

أو

بسائط الجيولوجية

وفقا للمنهج الذي أقرته وزارة المعارف العمومية

﴿ للسنة الثالثة الثانوية ﴾



بقلم

فؤاد صروف

محرر المقتطف

طبقات الارض

او

بسائط الجولوجية

وفقاً للمنهج الذي اقرته وزارة المعارف العمومية

للسنة الثالثة الثانوية



[illegible]

فؤاد صروف

محرر المقتطف

كتبت هذا الكتاب من نحو [illegible]ات وكنت عاقدا العزم على ان اتبعه كتباً اخرى فى بسائط العلوم المختلفة انما حدث ما حملني على طيه . ثم اتيح لي التحدث عنه مع صديق يحسن الظن بى . فاقنعني بوجوب طبعه ، فأعدت النظر فيه . واضفت اليه وحذفت منه ماجعله متمشياً مع المنهج الذي اقرته وزارة المعارف العمومية للسنة الثالثة الثانوية

وغني عن البيان اني رجعت فى تأليفه الى امهات الكتب الافرنجية كمطولي جيكي ودانا وغيرهما من المؤلفات المدرسية الحديثة . وقد اطلعت على كتاب الدكتور حسن بك صادق فجاريته فى معظم الالفاظ العربية وخالفته في بعضها

وقدتم طبع الكتاب على عجل فى خلال شهر اكتوبر وكانت المطبعة مزدحمة بالاعمال فوقعت فيه اخطاء لا تخفى على اللبيب

فاذا أصبت شيئاً من التوفيق فذلك من فضل ربي

اول نوفمبر ١٩٣٢ فؤاد صروف

الجولوجيا

غايتها ومباحثها واساليبها — اتصالها بالعلوم الاخري

تتألف لفظة (جولوجيا) من لفظتين يونانيتين الاولى (جه) ومعناها ارض والثانية (لوجوس) ومعناها خطاب او درس فيكون معناها (درس الارض) وتتناول باوسع معانيها كل مايتعلق بتركيب الارض. والغرض من هذا العلم البحث فى كل المواد التى تتركب منها الارض ووصف اشكالها ومواقعها وترتيبها النسبي ويتناول طبيعة تكوينها والاسلوب الذى جري عليه هذا التكوين والتغيرات التى انتابتها في فى العصور الخالية والتى لاتزال تنتابها الى الآن. وبكلمة عامة غايته أن يكشف عن النواميس التى تجرى عليها هذه المواد في تكونها والعوامل التى بين صفاتها وخواصها

والجولوجيا قسم من التاريخ الطبيعى لذلك لاتتناول من مواد الكرة الارضية سوى المواد المعدنية والصخرية بوجه خاص وتترك البحث في شكل سطح الكرة وتوزيع اليابسة عليه للجغرافيا وندرس المملكة النباتية لعلم النبات والمملكة الحيوانية لعلم الحيوان وهلم

المواد الاساسي لعلم السكيمياء . على ان الجولوجي لايستطيع أن يخترق سطح الارض الى اعمق من بضعة اميال ولذلك ترى مباحثه بوجه عام منحصرة في قشرتها . ولذلك ترى علماء الجولوجيا يذكرون في كتبهم قشرة الارض ويريدون بها ذلك القسم من بناء الكرة الصخرى الذي تصل اليه مباحثهم وتتناوله على وجه من الرسوخ والتثبت العلميين

***

اذا حفرنا بئراً في الارض مررنا في اثناء حفرها بطبقات متتابعة من الصلصال والرمل والحصى فنذكر فعل الماء لاننا لانرى عاملا طبيعياً آخر يفعل فعل الماء الآن في تنضيد طبقات الصلصال والرمل والحصى فيقودنا ذلك الى البحث في منشإ الطبقات التي نمر بها في اثناء حفرنا وهل هي رسبت اولا في قيعان الانهار والبحيرات اومصاب الانهار الداخلة في البر اوعلى شواطىء البحار . وقد نعثر في اثناء بحثنا على اصداف وعظام او نباتات متحجرة مدفونة في الصلصال او الرمل . ففي هذه الاجسام نجد سبيلا آخر الى الوقوف على تاريخ هذه الطبقات الارضية لانه من المستطاع معرفة اصحاب هذه الاصداف والعظام وهل هي حيوانات كانت تعيش في البحيرات العذبة المياه او الانهار او ماء البحر الاجاج

كذلك نعثر على كثير من الطبقات الصخرية المختلفة في اثناء حفر

نفق من انفاق سكة الحديد مثلا اومنجم او قطع جانب من اكمة لبناء خط حديدي فنرى طبقات مختلفة صلصالية ورملية وفحمية وحديدية وجيرية منضدة احداها فوق الاخرى او مرصوفة احداها الى جانب الاخرى. وكل طبقة من هذه الطبقات قد تحتوي على آثار بعض الحيوانات والنباتات وبقاياها ولا يمكن تعليل وجودها الا اذا حسبنا ان كل طبقة منها كونت بفعل عوامل مختلفة وفى احوال مختلفة من البحر والبر والهواء والماء كما نرى فى هذه الايام فالبحار والأنهار ومصابها كل واحد منها يختلف عن الآخر بمميزات خاصة فى رواسبه

والجولوجي في اثناء قيامه بالمباحث المتقدمة يستنير بالاحداث الطبيعية التى تقع فعلا فى هذا العصر فيسند التشابه الى اسباب واحدة او متشابهة . فهو يرى فى هذا العصر الأنهار تنقل الرمل والطمى والحصى وترسبها طبقات طبقات اما في البحيرات او فى مصاب الأنهار او على شواطىء البحار . وهذا الفعل الطبيعي آل في سنوات معدودة الى امتلاء بعض المصاب وجفاف بعض البحيرات من رسوب هذه المواد فيها وتحويلها من ارض مغمورة بالمياه الى ارض يابسة بعد ارتفاعها وانحسار الماء عنها . ثم تجمدت طبقات الرمل والطمى والحصى رويداً رويداً فصارت طبقات صخرية

كذلك ترى الامواج بفعل المد والجزر والرياح تنتف الصخور

في جهة معرضة لها وللرياح وتجمع في الوقت نفسه مقادير عظيمة من الرمال في جهة اخرى غير معرضة للرياح والامواج . ونعلم انه في اثناء الزلازل وثوران البراكين ترتفع بلدان وتنخفض بلدان فقد ترتفع في وسط البحر جزيرة في منخفض لم يكن لها اثر فيه من قبل وقد تنخفض بلاد اخرى على شاطئه فتغمرها مياهه وتصبح اليابسة قاعاً للبحر . والافعال البركانية تؤثر في سطح اليابسة فتكوّن سلاسل جديدة من الجبال والآكام بفعلها او ترسل حمماً تصير على مر الزمان صخراً مبلوراً كصخر البازلت وما اليه

فلما كانت هذه العوامل تؤثر في سطح الكرة الآن وتغير من حين الى آخر نسبة اليابسة الى البحار عليه طرداً وعكساً على ماهو مشاهد فالمرجح كل الترجيح ان هذا كان فعلها في العصور الغابرة ولا بدّ انها كانت العوامل الاولى التي استعملتها الطبيعة في تكوين قشرة الارض التي تنحصر مباحث الجولوجيا فيها

ولقد كانت الارض في كل العصور ميداناً للتدمير والبناء في اثناء تاريخها — هنا تدمّر وتحفرَ وتجرَف وتعرّى بفعل الامطار والانهار والامواج والنسيج والجمد والمد والجزر . وهنالك تبنى برسوب المواد التي تحملها المياه من مكان الى آخر او بنماء النباتات والحيوانات على سطحها وتجمع المواد التي تقذفها البراكين من قلب الارض

* * *

اضرب فى الارض انّى شئت وابعد عن الشواطىء ما تمكنت وابحث في طبقات الرمل والحصى والتراب والصخور وحلّل فى المواد التى تتركب منها تجد انها كوّنت بفعل الماء كما ترسّب طبقات الرمل والحصى والطين فى عصرنا الحاضر . وكما ان ثوارن البراكين الآن وفعل الزلازل يغير اشكال الجبال والاودية فيرفع قمة هنا ويخفض وادياً هناك ويحدث فالقاً ويجدّد سهلاً هنالك كذلك علينا ان نعود بمثل هذه الافعال فى اقدم العصور الغابرة الى مثل هذه الاسباب

فدرس الجولوجي للافعال الطبيعية الجارية الآن يضع فى يده مفتاحاً للوقوف على تاريخ الكرة الارضية المتوغل فى القدم ومما يسهل عليه عمله ويجعلهُ قرين الدقة والصواب درس آثار النباتات والحيوانات التي يراها في الطبقات الصخرية المختلفة

ففى عصرنا هذا نرى كثيراً من الاصداف والاسماك وغيرها من الحيوانات البحرية تدفن في الطمى الذي تحمله الانهار الى البحيرات والمصابّ ويرسب فيها طبقات متراكمة . كذلك نرى مياه الانهار تحمل آثار الحيوانات البرية وجذوع الاشجار وغيرها من آثار النباتات ونشاهد الزلازل تخفض السهول بما عليها من كائنات نباتية وحيوانية فتغمرها المياه ثم تغطى الطبقات الحية بطبقات من الطين والرمل والحصى التي

ترسبها المياه . وعلى مر الزمان تتحجر اى تصير طبقات صخرية . فدرس الآثار التي نراها في مختلف الطبقات دليل الى الاحوال التي كوّنت فيها . هل كانت الحيوانات والنباتات برية او بحرية ؟ استوائية او من المنطقة المعتدلة او من المناطق المتجمدة ؟ وكما تحفظ آثار النباتات والحيوانات فى الطبقات الراسبة الآن كذلك حفظت آثار النباتات والحيوانات المتوغلة فى القدم . ولما كانت النباتات تختلف فمنها ما تمتاز به بقعة جافة وغيرها مما يمتاز به مستنقع وغيرها مما تمتاز به ناحية جبلية فلذا نجد فى معرفة صفات هذه الآثار فى الصخور سبيلاً الى معرفة الاحوال التي كانت تعيش فيها . وما يصدق على النباتات يصدق على الحيوانات ايضاً . فاجناسها مختلفة والبيئات والعصور التي كانت تعيش فيها هذه الاجناس مختلفة كذلك وكل جنس بل كل فصيلة منها لها مميزات خاصة هيكلاً وبناء . فمنها ما هو معد للجري اوللطيران او للسباحة . ومنها ما يأكل النباتات او اللحوم . ولدى موازنة الآثار المتحجرة بما يعرف من اجناس الحيوانات العائشة الآن نستطيع ان نكون فكراً دقيقاً عن أحوال المعيشة في العصور السابقة

اذا سار الجولوجي على هذا النمط من البحث والدرس والموازنة تبين له انه يستطيع ترتيب الطبقات التى تتألف منها قشرة الارض ترتيباً تتعاقب فيه الطبقة تلو الطبقة تعاقباً منتظما . فيعرف انه اذا عثر على الطبقة

الواحدة لزم انه يعثر تحتها على طبقة أخرى معينة ويستنتج على وجه من الدقة أن فوقها كانت طبقة أخرى معينة كذلك . ويستطيع أن يعرف من هـذا النظام الذي يضعه ، آثار النباتات والحيوانات التي يجب أن يجدها في كل طبقة من هذه الطبقات مما تمتاز به عن غيرها . فمتى عرف هذا التعاقب على وجه من الدقة تعين عليه أن يعرف مدى هذا التعاقب اى الزمان الذي انقضى قبل تكوُّن كل طبقة من هذه الطبقات . وأى الطبقات أقدم من غيرها وما مدى هـذا القدم والادلة على ذلك . وما هي الآثار النباتية والحيوانية التي تميز كل طبقة عن أختها . وأين توجد هذه الطبقات على سطح الارض. ومن معرفة هذه الطبقات أو المكونات الجولوجية يستطيع الجولوجي أن يستخرج تاريخاً للكرة الارضية . وقد يكون هذا التاريخ غير كامل أو غير دقيق ولكن المبادىء الاساسية التي يبنى عليها كافية لان تبين أهم التطورات التي انتابت الارض منذ تكوينها — تكوين قشرتها أولا ثم أنواع نباتاتها وحيواناتها

***

فغاية الجولوجي القصوى هي أن يضع بياناً دقيقاً لكل التغيرات التي طرأت على سطح الكرة من أقدم الازمان التي وجدت فيها الطبقات الصخرية الى الآن في البر و البحر وأن يرسم صورة صحيحة لانواع النباتات والحيوانات البائدة وأن يبين صفاتها و الاحوال التي عاشت

فيها — فاذا تم له تحقيق هـذه الغاية كان ذلك من أكبر انتصارات العلم الحديث

***

ولعلم الجولوجيا علاقة بالعلوم الطبيعية كلها أو جلها . فهو يتصل من جهة بعلم الفلك حيث يتناول أصـل الارض ونشوءها وعلاقتها بالشمس وسائر السيارات التى يتألف منها النظام الشمسي . ويتصل بعلم الكيمياء حينما يبحث في المواد التى تتألف منها الارض والعناصر التي دخلت فى بناء الصخور . ويتصل بعلم الجغرافيـة الطبيعية حين يتناول توزيع اليابسة والبحار على سطح الكرة الارضية ومواقع الجبال والاودية. وبعلمي الانثربولوجيا والاثنولوجيا حين يلم بأحوال السلالات البشرية من أقدم الازمان الى الان وقدمها وتفرقها والعوامل التى أفضت الى ذلك . وبعلمي النبات والحيوان حين يدرس آثار النباتات والحيوانات المتحجرة الباقيـة فى طبقات الصخور . وبعلم الاقتصاد فى كل ما يرتبط بالزراعة والتعدين وهندسة البناء والينابيع والحجارة الكريمة وغير ذلك. وفى كل ذلك لابد من أن يتصل بمبادىء علم الطبيعة — بنواميس الحرارة والضغط والسوائل والغازات والاشعاع وهلم جرّا

الكرة الارضية

معلومات ابتدائية

الـكرة الارضية — او الارض — احد السيارات التسعة التي تدور حول الشمس فهي السيّار الثالث في بعدها عن الشمس تلي عطارد فالزهرة ويليها المريخ فالمشتري فزحل فاورانوس فبلوطو وهو السيّار التاسع الذي كشف سنة ١٩٣٠ . ثم بين المريخ والمشتري الوف من الاجسام الصغيرة تعرف بالنجيمات (asteroids) وهي تتفاوت حجماً ومداراً ويُظن ان بقايا سيّار تهشم

والارض ليست اكبر السيارات ولا اصغرها

فقطر المشتري الاستوائي وهو اكبر السيارات يبلغ ٨٨٧٠٠ ميل

اما قطر عطارد وهو اصغر السيارات الـكبرى - اي بصرف النظر عن النجيمات التي تعرف بالسيارات الصغرى - فهو ٣٠٠٠ ميل

ويبلغ قطر الارض نحو ٨٠٠٠ الاف ميل وبعدها عن الشمس ٩٢٫٨٢٠٫٠٠٠ ميل وهي تدور مرة كل سنـة حـول الشمس في فلك اهليلجي فيحدث من دورانها هذا وميل محورها اختلاف الفصول - الربيع والصيف والخريف والشتاء - كما ينشأ من دورانها حول محورها مرة كل يوم اختلاف الليل والنهار

شكلها

والارض كرة لكنها ليست تامة الكروية فهي مسطحة قليلاً عند قطبيها الشمالي والجنوبي. فقطرها المحوري ـ اي قطرها من القطب الشمالي الى القطب الجنوبي ـ ينقص ٢٦ ميلا عن قطرها الاستوائي. ولو كان كرة تامة الكروية لتساوى طول القطرين. وهذا التسطح الطفيف عند قطبيها يقتضيه دورانها على محورها

ثقلها النوعي

يبلغ متوسط ثقل الارض النوعي ٥ر٦ قياساً الى ثقل الماء النوعي. اى اذا جعلنا الثقل النوعي لسنتمتر مكعب من الماء واحداً فمتوسط الثقل النوعي لسنتمتر مكعب من الارض ٥ر٦ على ان الثقل النوعي لقشرتها الخارجية لا يزيد على ٧ر٢ وهذا يدل على ان بناء باطن الارض يختلف عن بناء قشرتها وعلى ان المواد التي يتركب منها اكثف جداً من مواد القشرة الخارجية

والارض كرة على جانب من الصلابة (rigidity) اي انها تقاوم القوى التي من شأنها تشويه شكلها. وهي كذلك على جانب من المرونة (elasticity) فتستطيع اذا تشوه شكلها بفعل قوة ما ان تستعيد شكلها الاصلي. وهي في ذلك تفوق الصلب ضعفاً ونصف ضعف

اما صلابتها فظاهرة في مقاومتها لتغيير شكلها بفعل جذب القمر

والشمس . واما مرونتها فتبدو في مقدرتها على نقل الموجات الزلزلية فى اية جهة من الجهات .ولو لم تكن على جانب من المرونة لكانت هذه الامواج تشققها

***

وتقسم الكرة الارضي من ناحية بنائها الجيولوجي الى اربعة اقسام

(١) الغلاف الهوائي ويعرف بالجوّ

(٢) الغلاف المائي وهو يغطي ثلاثة اربع سطح الارض محيطات وبحاراً وبحيرات وانهاراً وغيرها

(٣) الغلاف الحجري او اليابس (اسمه الفرنجي lithosphere وليثوس اليونانية معناها حجر) اي قشرة الارض او اديمها

(٤) جوف الارض اوباطنها

* * *

<u>الغلاف الهوائي</u> اوالجو (يقابله بالفرنجية(Atmosphere)من لفظتي اتموس اليونانية ومعناها بخار او دخان وسفير ومعناها كرة .)
وهو مزيج من الغازات الآتية: —

النتروجين

الاوكسجين

الغازات النادرة (وهي الارجون والهليوم والكزينون والكربتون والنيون)

الايدروجين

ثاني اكسيد الكربون

الاوزون (وهو شكل خاص من اشكال عنصر الاكسجين يتولد من اكسجين الهواء بفعل الشرر الكهربائي فى الجو)

ويحتوي الهواء عدا العناصر والمركبات التي يتألف منها على شوائب عضوية وغير عضوية — تكثر عادة فوق المدن والبلدان العامرة وتقل فوق السهول والبطائح والبحار

اما الشوائب العضوية فيغلب ان تكون من الاحياء الدقيقه وهذه تنقص اذا هبطت حرارة الجو . وقد قدر الباحثون ان متوسط ما يوجد من هذه الاحياء فوق البحار لا يزيد على واحد منها في السنتمتر المكعب من الهواء

اما المواد غير العضوية فمعظمها من الغبار الناشيء من تفتت الشهب والرجم ومما تقذفه البراكين وتسفية العواصف من الاتربة وتبدده المصانع من حرق الفحم وغيره فى اتانينها (يشاهد فى المدن الصناعية ان الهواء مثقل دائماً بالهباب)

ثم هنالك شوائب غازية تصعد من المعامل الكيماوية او تتولد

في الهواء نفسه باتحاد بعض عناصره بفعل الشرر الكهربائي في الجو . واشهر هذه المواد مركبات عنصر النتروجين فاذا سقط المطر اسقط بعض المركبات النتروجينية فتسمّد بها الارض التي تقع عليها

ويتعذر الآن تعيين مدى ارتفاع الغلاف الهوائي فوق الارض تعييناً دقيقاً وانما يرجح على انه يتباين من مائتي ميل الى ثلاثمائة ميل . ولكنه يبلغ هناك درجة عظيمة من اللطافة . والمرجح ان الهواء على ارتفاع خمسين ميلا فقط ليس له ضغط يذكر لشدة لطافته

فعله الجيولوجي

لقد شرحنا فعل الهواء الجيولوجي في الفصل الخاص « بالعوامل الخارجية » ويلخص هذا الفصل في ما يأتي

(١) الهواء اكثر اقسام الكرة الارضية حركة . فالرياح التي تهب والامطار التي تهطل والثلج والبرد والامواج الطاغية من آثار حركة الهواء وحرارته وبرده . ففعله المباشر — وغير المباشر كذلك — تفتيت الصخور وتعريتها وجرفها وهو فعل عظيم الاثر . فلابد من حسبانه عاملا من اهم عوامل التبديل والتغيير في القشرة الارضية

(٢) في الهواء عناصر ومواد لها فعل كيمائي في مواد القشرة الارضية

الهواء كغطاء

ويمكن ان ننظر الى الغلاف الهوائي كغطاء او دثار للارض فهو لا

الغلاف الهوائي لكانت اشعة الشمس تنصب على الارض من دون ما يلطفها فترفع حرارة سطحها فوق ما يحتمله معظم الحيوانات . ثم ان حرارة سطحها العالية تشع بسرعة فيبرد في الليل برداً لا يطيقه معظم الحيوانات كذلك. ولكن الغلاف الهوائي يلطف اشعة الشمس قبل وصولها الى الارض، ويمنع سرعة اشعاع الحرارة في اثناء الليل فتبقى حرارة سطح الارض بين درجتين توافقان الاحياء الارضية من الانسان الى ادنى النباتات

وللهواء اثر في الاحياء من ناحية الاكسجين الذي فيه وهو العنصر اللازم للتنفس .ثم ان ثاني اكسيد الكربون الذي لا مندوحة في حياة النبات

الغلاف المائي

يراد بالغلاف المائي كل المياه التي على سطح الارض في المحيطات والبحار والبحيرات والانهار وغيرها . على ان مياه البحار والبحيرات والانهار ليست شيئاً يذكر امام مقدار المياه الذي تحتوي عليه المحيطات، ولو كانت الارض كرة ملساء لا اودية على سطحها ولا جبال ووزعت مياه المحيطات والبحار على سطحها توزيعاً متساوياً لغشيها غلاف مائي عمقهُ يتباين من ميل ونصف الى نحو ميلين . ولكن لما كان سطح الارض غير مستو فمعظم المياه متجمع في الاغوار الكبيرة ويغطي ثلاثة ارباع سطح الارض (٧٢ في المائة منه عند التدقيق) .

و كل المحيطات متصل بعضها ببعض فاذا اصاب سطح احدها تغيير في مستواه توزع هذا التغيير على المحيطات جميعها

المحيطات والبحار

المحيطات مبدأ الانهار ومنتهاها . من سطحها يتبخر الماء ويعلو فى الجو ثم ينعقد مطراً وثلجاً وبرداً . ومن مياه المطر ومذاب الثلج والبرد تتألف السواقى والجداول والانهار فتجرى الى البحار وتصب فيها

ولكن اذا اريد التعيين عنى بالمحيطات المحيطات الخمسة وهى البلسفيكي (الهادىء) والاطلسي (الاتلنتيكي) والهندي والمتجمد الشمالى والمتجمد الجنوبي . ويجري احيانا مجراها البحار المتوسطة الكبيرة واشهر الامثلة عليها بحر الروم (البحر الابيض المتوسط)

ويبلغ متوسط عمق المحيطات ميلان ونصف ميل ويقال ان حجم المياه التي تغطى سطح الارض يزيد ١٥ ضعفاً على حجم اليابسة البارزة فوق سطح البحر وان مقدار المياه التي تغطى سطح الارض يبلغ ١٥٠ ٧٢٢ ٣٢٣ ميلا مكعباً

ويختلف متوسط حرارة المحيطات والبحار باختلاف خط العرض فمتوسط الحرارة السطحية عن خط الاستواء نحو ٢٧ درجة بميزان سنتغراد وينقص الى درجة او اكثر تحت الصفر (درجة الجمد) فى البحار القطبية . ولكن ثمة ظاهرة غريبة مرتبطة بحرارة مياه البحر . فحرارة

الارض تريد بازدياد العمق اي اننا اذا حفرنا بئراً عمقها ميل كانت الحرارة في قعرها اشد من الحرارة عند فوهتها . واما حرارة البحار فتنقص بازدياد العمق الا في المناطق حيث تكون حرارة السطح قريبة من درجة الجمد

وقد عني العلماء بتقدير متوسط حرارة مياه البحار فقيل ان متوسط حرارتها عند القاع نصف درجة فوق الصفر بميزان سنتغراد وان متوسط حرارة كل ما في المحيطات والبحار يبلغ نحو ٥ درجات فوق الصفر بميزان سنتغراد

وذلك لان حرارة اشعة الشمس لا تنفذ الى ما تحت ٦٠٠ قدم من مياه البحار ولان الماء لا يوصل الحرارة ايصالاً جيداً يضاف الى ذلك ان المياه السطحية الدافئة في المناطق الاستوائية تبرد دائماً بما يتصل بها من مياه البحار القطبية الباردة

الغلاف المائي وفعله الجيولوجي

افردنا في غير هذا المكان، وفقاً للمنهج فصلاً خاصاً بالامطار والانهار والسيول والعيون والبحار والمحيطات وما لها من اثر في تغيير سطح الارض تغييراً جيولوجيا فليراجع في مكانه

الغلاف اليابس — أو الحجري (lithosphere) الليثوسفير مركب من لفظين يونانيين احدهما ليثوس ومعناه حجر — ومنه الليثوغرافيا

او طبع الحجر وهو الطريقة التى تطبع بها بعض الصحف الملونة في القاهرة — وسفيروس ومعناه كرة

فالغلاف اليابس أو القشرة الارضية — وقال العرب الاديم واديم الارض — غلاف كروي الشكل مسطح قليلاً من القطبين . فقطره القطبي او المحوري — اي الخط الوهمي الواصل بين قطبيه — يبلغ ٧٨٩٩ر٧ الميل وهو ينقص ٨ر٢٦ عند قطره الاستوائي — أي الخط الوهمي الذي يحيط به عند خط الاستواء — البالغ ٥ر٧٩٢٦ الميل

أما محيطه الاستوائي فيبلغ ٢٤٩٠٢ أميال وهو أطول من محيطه القطبي — أي الخط الذي يحيط بالكرة ماراً بالقطبين — بنحو ٤٢ ميلا

وتبلغ مساحة الغلاف اليابس ١٩٧ مليون من الاميال المربعة تغطي المياه ١٤٣ مليوناً منها والباقي وهو ٥٤ مليونا أرض يابسة

ووجود أرض يابسة سببه أن سطح الكرة غير مستو ولو كان كرويًا أملس لغطته المياه كما تقدم في الكلام على المحيطات والبحار

القارات

وأول ما يسترعى النظر من عدم استواء سطح الارض وجود منخفضات وأغوار شاسعة — وهي التي تملؤها مياه المحيطات —

[illegible]

[illegible]

[illegible]

على أن الانتقال من الجزء اليابس — القارات — الى الاغوار المغمورة بالمياه لا يتم فجأة بل رويداً رويداً لانه يحيط بمعظم القارات أرض قليلة الانحدار الى عمق ٦٠٠ قدم — تعرف برفوف القارات— ثم تنحدر فجأة الى الاعماق . ولكن هذه القاعدة ليست عامة . وتقدر مساحة رفوف القارات بعشرة ملايين من الاميال المربعة

ويلي ذلك استرعاء للنظر فى مظاهر القشرة الارضية السهول «plains» والنجود «plateaus» والجبال « mountains ». وقد تناولنا فى فصل «العوامل البركانية » موضوع نشؤ القارات وتكون الجبال

جوف الارض أو باطنها

كانت معرفتنا بجوف الارض الى عهد قريب معرفة نزرة. ولكن المباحث العلمية المختلفة التي يقوم بها العلماء فى نواح مختلفة تبشر بأن تسفر عن حقائق تمكننا من تكوين رأي صحيح أو قريب من الصحة عن جوف الارض

والادلة المتجمعة حتى الآن تشير الى أن باطن الارض مكون من مادة جامدة مرنة لها صلابة الحديد . وقد تقدم معنا أن ثقل الارض النوعي ٥ر٥ ولكن الثقل النوعي لقشرتها ٧ر٢ فقط فالثقل النوعي للمواد التي في جوفها أعظم ببضعة اضعاف على الاقل من الثقل النوعي لقشرتها ويؤخذ من درس البراكين وما تقذفه فى أثناء ثورانها ، ومن حفر

آبار التجارب العميقة ان باطنها على درجة عالية من الحرارة وان هذه الحرارة العالية صهرت المواد التي في جوف الارض انما يمنعها ضغط القشرة الارضية عليها من الانفجار . ولكن اذا اتفق لها موطن ضعف حيث القشرة الارضية ليست على ما هي عادة من قوة التماسك زلزلت الارض زلزالها او ثارت البراكين وانطلقت المواد المصهورة لابة وحمماً (على ما تراه مفصلاً في باب العوامل البركانية)

مواد الارض

يغلب أن يكون سطح الارض مغطى بغطاء نباتي يكثر أو يقل . وتحت الغطاء النباتي التربة الدقيقة وتحتها التربة الخشنة ثم الصخور المهشمة او الحصى . وتتباين كثافة هذه الطبقة من بضع بوصات الى مئات الاقدام

وتحت هذه الطبقة من الصخر المفتت في السهول والاودية وسفوح الجبال نجد الصخر الصلد وهو أنواع — الراسب والمتحول والناري ـ أما على منحدرات الجبال والآكام حيث يتعذر على التربة أن تستقرّ من دون ان يجرفها سيل أو تسفيها ريح فنرى الصخر الصلد بارزاً للعيان

تكون القارات

اختلف العلماء في تعليل تكون القارات . وأحدث الاراء في هذا

الموضوع رأي الاستاذ الفرد وجنر (Wegener) الالمانى المتوفى حديثاً .
كان مدير علم المساحة الاوقيانوسية في المانيا ومن أكبر الثقات فيه .
وقد ذهب في كتاب ألفه من نحو عشر سنوات الى ان قارات الارض
ـ آسيا وأفريقيا وأميركا الشمالية وأميركا الجنوبية واستراليا والجزائر
الكثيرة ـ غير ثابتة في مكانها بل متنقلة . فقال ان من ينظر الى خريطة
الارض ويقابل بين قسميها الشرقى والغربي يجد ان الحد الجنوبى من
قارة أفريقيا ينطبق على الحد الشرقي من قارة أميركا الجنوبية حتى كأن
القارتين كانتا متصلتين ثم انفصلت إحداهما عن الاخرى . ويجد أيضاً
ان الحد الشرقي من اميركا الشمالية ينطبق على الحد الغربي من اوربا
وعلى الحد الشمالي الغربي من افريقيا . فكأن أميركا الشمالية واميركا
الجنوبية كانتا متصلتين باوربا وافريقيا ولما انفصلت تكون المحيط الاطلسي
بين الفريقين . واقام الادلة على هذا الاتصال من علوم الطبيعة
والجولوجيا والنبات والحيوان على ان هذه القارات الاربع كانت
متصلة من نحو خمسين مليون سنة ثم حدث الانفصال المشار اليه وجعلت
[illegible] أي أميركا الشمالية وأميركا الجنوبية تسيران غرباً
[illegible] في مادة [illegible] . [illegible] جانبهما [illegible]
[illegible]
[illegible]

سلسلة جبال الاندس Andes

ويرى الاستاذ وليم بكرنبج ان قشرة الارض انشقت على أثر انفصال القمر من الارض (كما أثبت جورج دارون نجل العلامة دارون الشهير) فانفصلت قارتا أميركا من أوربا وأفريقيا واتجهتا نحو الانخفاض الذي خلفه القمر — أي نحو المحيط الهادىء

***

ويرى القارىء في الصفحة التالية رسماً يمثل مذهب الاستاذ فجنر في تكون القارات وانفصالها





الصخور

تطلق لفظة (الصخر) في عرف اللغة العامة على كل مادة حجرية قاسية . ولكن في عرف الجولوجيا يراد بالصخر كل مادة تكون جزءاً من قشرة الارض سواء كانت صلبة أو ناعمة (رخوة) . لان التفريق بين المواد التي تكون قشرة الارض من حيث صلابتها ونعومتها لا يفيد شيئاً فقد تكون الطبقة الرملية الواحدة في المكان الواحد حجراً رملياً صلباً يصح أن يستعمل للبناء وفي مكان آخر رملاً يجرف بالمجرفة . وقد تكون الطبقة الصلصالية الواحدة في مكان واحد صلبة وفي مكان آخر طرية كالمعجون . وتختلف الطبقة الواحدة من الجير من الرخام المتبلور الى الطباشير الذي يسهل تفتيته لشدة رخاوته . وكذلك تختلف مقذوفات البراكين من الحمم الجامدة الصلبة الى الرماد الناعم المبعثر كالهباء . فالتفريق بينها على هذا الاساس غير مجد وفي عرف الجولوجيا كل هذه صخور لانها تكون قشرة الارض

وتقسم الصخور الى ثلاثة أنواع (١) الراسبة أو المنضدة اي ذات الطبقات (٢) النارية (٣) المتحولة

المواد التي تتكون منها قشرة الارض

اذا صرفنا النظر عن الاراء المتعددة فى حالة باطن الارض والمواد التي يتكون منها لاننا لا نعرف عن هـذه المواد شيئاً بطريق الملاحظة والبرهان صح لنا ان نقول بأن قشرة الارض مؤلفة من صخور ومكونات صخرية. والبرهان واضح فكل الرمل والحصى على شواطيء البحار ليس سوى قطع صغيرة أو كبيرة من الصخور الكبيرة ولا بد أن يكون تركيب هذه كتركيب تلك. كذلك الطين والصلصال اللذان نجدهما فى أعماق البحار هما صورة أخرى للصخور والرمل والحصى بلغت حباتها غاية من الدقة والنعومة. فمن هذه المواد تتكون قشرة الارض وهي المواد التي نجدها دائما أمامنا كلما حفرنا فى الارض فهي آناً على صورة واحدة وآناً آخر على صورة أخرى

طرق الدراسة

يتناول العلم دراسة الصخور من وجهين وجه كيمائي ووجه معدني أو طبيعي. فالكيمائي فى مختبره يحلل كل المواد فى الطبيعة الى عدة عناصر أولية هي العناصر الكيمائية التي كشف منها حتى الآن نحو تسعين عنصراً. هـذه العناصر إما غازية كالاكسيجين والايدروجين والنتروجين والكلور وإما سائلة كالبروم والزئبق أو جامدة كالزرنيخ

والفضة والذهب. والجامدة اما فلزية كالفضة والذهب والحديد والزنك او غير فلزية كالسلكون والكربون والكبريت والفصفور . فاذا درس الكيمائي صخراً من الصخور حلله الى عناصره الاولية التي يتكون منها فهو يحلل الرخام مثلا الى حمض كربونيك وجير والحمض الكربونيك ينحل الى كربون واكسيجين وايدروجين والجير الى كلسيوم واكسيجين فكانه يحل الرخام الى اكسيجين وايدروجين وكلسيوم وهي العناصر التي يتركب منها . اماذا اراد عالم ان يدرس الصخر من الوجهة المعدنية او الطبيعية اكتفى بأن يعرف انه مؤلف من حجر جيري نقي او غير نقي ناعم او قاس مبلور او غير مبلور. والجيولوجي يريد ان يعرف فوق هذه الحقائق جميعها الطبقة التي وجد فيها وكيف وجد وماهي الصخور الاخرى التي كانت معه وهل وجدت آثار متحجرة فيه. ومن هذه الحقائق يحاول ان يكوّن فكراً عن الاحوال التي تكوّن فيها هذا الصخر . وفي الوصول الى نتائجه يستمد عوناً كبيراً من مباحث الكيمائي والمعدني

المواد التي تتكون منها الصخور

تتكون الصخور من مواد تنحل الى العناصر الاولية واكثرها وجوداً هو الاكسيجين والسلكون يليهما الالومنيوم فالحديد فالجير واليك النسب التي توجد فيها هذه العناصر كما عرفت من تحليل صخور

كثيرة فى انحاء مختلفة من الارض

الاكسيجين	٤٧ فى المائة	وهمامعايؤلفان نحو ثلاثة ارباع القشرة الارضية
السلكون	٢٨ في المائة	
الاولومنيوم	٨٫٧٦٠ في المائة	
الحديد	٤٫٦٤ فى المائة	
الجير	٣٫٥٠ في المائة	
الصوديوم	٢٫٦٣ فى المائة	
المغنيزيوم	٢٫٦٢ فى المائة	
البوتاسيوم	٢٫٣٥ فى المائة	

واكثر مركبات هذه العناصر وجوداً فى قشرة الارض هى اكاسيدها اى المركبات التى تتولد من اتحادها بعنصر الاكسيجين وهذا سبب وجود هذا المقدار الكبير منه في قشرة الارض لانه غاز ولا يوجد صرفاً الا في الهواء

واشهر الاكاسيدوا كثرها وجوداً (وزناً) هى الآتية

السلكا وهي مادة الرمل اكسيد السلكون	٦٠ فى المائة
الالومنا (اكسيد الالومنيوم)	١٥ فى المائة
اكسيد الجير	٤٫٩٠ فى المائة
المغنيزيا (اكسيد المغنيزيوم)	٤٫٣٦ فى المائة

الصودا (اكسيد الصوديوم)	٣ر٥٥ فى المائة
اكسيد الحديد الاول	٣ر٥٢ فى المائة
البوتاسا (اكسيد البوتاسيوم)	٢ر٨٠ في المائة
اكسيد الحديد الثانى	٢ر٦٣ فى المائة
الماء (وهو اكسيد الهدروجين)	١ر٥٢ في المائة

وباقى الاكاسيد توجد في نسب اقل من واحد في المائة وأما المواد المركبة التي تتألف منها من اتحاد هذه الاكاسيد بعضها ببعض أو ببعض المركبات من عضوية او غير عضوية فاشهرها التالية (وهذه الاحصاءات منقولة عن الانسكلوبيذيا البريطانية)

(١) المواد المفككة

كالرمل والحصى وماالبهما

(ب) المواد الخزفية

كالطين والصلصال والطمي وغيرها

(ج) المواد الجيرية

كالحجر الجيرى والرخام والطباشير والجبس والالبستر

(د) المواد الكربونية

كالفحم على انواعه والغرافيت والبلمايجن والنفط والبترول والقطران

(هـ) المواد السلكية (الرملية)

الكوراتز والصوان واليصب والعقيق والكوارتز هو الصخر الذي توجد فيه احيانا عروق الذهب

(و) المعادن البسيطة

الفلسبار — ويكون فى الغالب من السلكا والالومنا والبوتاسا والصودا

الميكا هي القشور اللماعة والتى تراها فى حجر الغرافيت

(الاسبستوس) حجر الفتيلة — وهو المعدن الذى لا يحترق

المواد النارية — المبلورة

كالغرانيت والبازلت واللابة (حمم البراكين)

المواد الملحية

كالملح العادى ونترات الصودا والبوتاس والشب والبورق

الفلزات

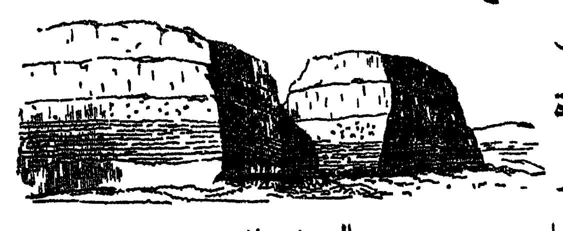
الذهب والبلاتين والفضة والنحاس وغيرها توجد صرفة فى الطبيعة

الصخور الراسبة

افحص الصخور فى محجر جيري أو رملى تر الحجارة فيه منضدة فى طبقات . ففى بعض الاماكن تجد هذه الطبقات مستوية وفى غيرها مائلة ففى الطريق من مصر القديمة الى حلوان قبل دخول المعادي نشاهد هذه الطبقات مسطحة موازية فى تسطحها لسطح الارض.

فهي مستوية واما في الانحاء الجبلية فتراها غير مستوية بل مائلة ومما يلاحظ بعد تنضيد الحجارة طبقات وجود مفاصل أو فواصل تنفصل بها الطبقة الواحدة الى قطع كثيرة

وقد ثبت ان الصخور المنضدة تغطي نحو تسعة أعشار اليابسة وعدم وجودها



الصخور المنضدة

في بعض الاماكن سببه تفتتها وجرفها بالعوامل المختلفة او تغطيتها بالصخور النارية التي من اصل بركاني. ولما كانت هذه الصخور المنضدة كونت اولا في الماء فيلزم عن ذلك كما سوف يجيء معنا ان كل بقعة في اليابسة كانت في أزمنة مختلفة مغمورة بالماء . وأعظم ما تبلغه كثافة هذه الصخور المنضدة يتراوح بين عشرة أميال وعشرين ميلا .ولا ريب في ان متوسط كثافتها يبلغ بضعة آلاف من الاقدام(١)

انواع الصخور (الراسبة): — اشهر انواع الصخور المنضدة [illegible]

١ - الصخور الرملية ٢ — الصخور الطينية ٣ — الصخور الجيرية

وكل هذه الانواع قد يكون [illegible] متحجراً تاماً

حالتها المتحجرة هي الصخور او الحجارة الرملية المختلفة التى تستعمل في البناء وغيره

والصخور الطينيه في حالتها الرخوة هي طبقات الطين والصلصال التى يصنع منها الطوب والوحل والمواد الطينية التى تغطي قيعان البحار . وفى حالتها المتحجرة هي الطفال (معجم شرف) واذا كانت اقسى من ذلك فهي اللوح الحجرى المعروف بقساوته ولكنه يحسب عادة من الصخور المتحولة

والصخور الجيرية في حالتها المسحوقة هي الوحول الجيرية التى توجد فى بعض البحار وفي حالتها المتحجرة تحجراً خفيفاً هي الطباشير وفى حالتها المتحجرة القاسية المبلورة تقريباً هي انواع الرخام على اختلافها

حقائق عن الصخور المنضدة

(١) الصخور المنضدة هي اتربة ناعمة حملتها المياه وبلغت درجات مختلفة من التحجر . والدليل على ذلك ان كل ما نلاحظه من المميزات فى الاتربة التى تجرفها الانهار الآن وترسبها نجده في الطبقات المنضدة التى كونت فى ازمنة قديمة

(٢) سبب هذا التحجر اما ضغط الاتربة نفسها بعضها على بعض لثقلها ويساعدها فى بعض الاحيان حرارة لطيفة وفى احيان اخرى قد توجد مادة تلحم بينها كالسمنت واشهر هذه المواد كربونات الجير والسلكا وهي مادة الرمل . فاذا وجدت هذه المادة اللاصقة سهلت

مراقبة التحجر لانه يكون سريعاً . كما يشاهد فى تكون بعض الصخور الجيرية في جزائر المرجان اما فى ماعدا ذلك فالتحجر بطيء

(٣) الصخور المنضدة رسبت على مهل . اى انها لم تتكون دفعة واحدة كما كان يعتقد بعض الجولوجيين القدماء . ولكنها تكونت بفعل العوامل التي نشاهدها الآن . وقد كان البطء فى بعضها عظيماً لاننا نشاهد فى بعض الصخور طبقات رقيقة كالورق وكل طبقة منها تمثل تعاقب حالة من الحالات الطبيعية التى كانت عاملا كبيراً فى تكوينها كفيضان النهر مثلاً

(٤) الصخور المنضدة كانت اولا مستوية تحت الماء . وهذا نتيجة الرسوب فى الماء فأذا وجدنا هذه الصخور فى وضع غير مستوٍ او فى مكان غير مغمور بالماء فهذا التغير نتج بعد تكون الصخور ويرجع الى اسباب اخرى. ولا يعني هذا ان الطبقات كانت مستوية تماماً كل واحدة منها لها ثخانة واحدة فى كل جهاتها . فقد تكون الطبقات ثخينة في جهة وقليلة الثخانة فى جهة اخرى وقد تكون بعض الطبقات غير مستوية احداها فوق الاخرى وسبب ذلك رسوب الاتربة رسوباً سريعا من تيارات متعارضة عند مصاب الانهار . وقد تكون بعض الطبقات المنضدة مجمدة بفعل بركاني كالجبال

الصخور الراسبة واوصافها

الصخور الراسبة ثلاثة انواع : فمنها مايرسب رسوبا طبيعياً كما يرسب طمى النيل عند مصبه . وكما يرسب الرمل الذي تسفيه الرياح فتتكون كثبان الرمال . او كما يرسب طمى النيل على ضفتيه

ومنها رواسب كيمائية فتكون المواد محلولة فى الماء فيتبخر الماء بفعل حرارة الشمس وتبقى المواد راسبة . مثال ذلك الرواسب الملحية فى بعض البحيرات التى يتبخر ماؤها ولا يعوض بماء المطر او البحر او النهر

ومنها رواسب عضوية من نباتات وحيوانات . فالفحم ليست الا رواسب نباتية اتت عليها عوامل أخرى وفى البحار حيوان مكرسكوبي يدعى « الفورمانيفرا » تتكون منه الرواسب الجيرية فى قيعان البحر

***

(الحجر الرملى) الحجر الرملي صخر مؤلف من دقائق رملية متماسكة بعضها ببعض بمادة أخرى لاصقة . ودقائق الرمل مركبة عادة من كِسَر دقيقة من بلورات الكوارتز وقد تكسرت حروفها الحادة [illegible] . [illegible] الحجم الكسر فمتوقف على المسافة من مكانها [illegible]

[illegible] دالات على قوة التيارات المائية التى جرت [illegible]

[illegible]

[illegible] المادة [illegible]

الرملي يكون ابيض او رمادى اللون . واذا كان اكسيد الحديد فلونه يكون اما اصفر أو بنى محمّروهو الغالب . واذا وجدت اثار مواد كربونية اتخذ الحجر لوناً ضارباً الي الرمادي القاتم اوالسواد

وتقسيم الاحجار الرملية الى انواع يقوم على اساس المادة التى تربط بين الدقائق فهى اماجيرية أو سيليسية

الحجر المكتل (Con glom merate)الحجر المكتل هو حصى تربط بينها مادة دقيقة الحبيبات وهو شبيه بالحجر الرملى الا انه الاجزاء المركب منها اكبر من اجزاء الحجر الرملى .وهو يوصف عادة بصفة الاجزاء التي يتركب منها لا بصفة المادة التي تربط بين هذه الاجزاء كالحجر الرملى . ويختلف الحجر المكتّل عن البريش« Breccia » فى أن الكِسَر التى يتكون منها الحجر المكتل تكون غير حادة الحروف اما كسر البريش فتكون حادتها

(١) الصخور الجيرية وهى كلها مكونة من كربونات الجير فاذا صبت عليها حمضاً أرغت وخرج منها غاز . ذلك الغاز هو ثانى اكسيد الكربون ، يخرج لان الحمض يحل الكربونات الى اكسيد الجير وثانى اكسيد . الكربون واذا أحميت هذه الصخور تحولت ترابا ناعماً

وتكثر كربونات الجير فى الطبيعة فتوجد احيانا في اشكال بلورية شفافة تدعى سبات اسلندا واذا كانت بلوراتها فى اشكال مواسير

دعيت (ارغونيت) واشهر الصخور الجيرية هي الرخام والالابستر الجيرى والصخور الجيرية والطباشير والحجارة التى تستعمل فى طبع الحجر

(والطباشير) حجر جيرى ابيض مؤلف من اصداف حيوانات مكرسكوبية بحرية قديمة تعرف (بالفورمانيفيرا)

٢ ـ الصخور الكربونية واشهرها الماس وهو كربون صرف يحترق بلهب قوي فلا يبقي منه سوى ثاني اكسيد الكربون . والغرافيت الذي تصنع منه اقلام الرصاص وقد دعيت اقلام الرصاص خطأ . وكذلك انواع الفحم من الانثراسيت اقساها الى اللجنيت ويعرف بالفحم الاسمر وهو حديث التكوين الى البيت وهو اول مراتب تكوين الفحم

٣ ـ الصخور القطرانية واشهرها البترول وهو سائل يحترق ويكثر في القوقاز بلاد ايران وبعض الولايات المتحدة وجزيرة بورنيو وشمال عراق وهو مدار اعظم الاعمال التجاريه والسياسية فى هذا العصر لانه يستعمل في السيارات والطيارات والاساطيل . وغير البترول نجد الزفت والاسفلت والقطران والبترول وهي من أصل واحد

٤ ـ الحجارة الطينيه واصلها من اتربة دقيقة ناعمة اذا مزجت بالماء [illegible] تجب القالب الذي توضع فيه فاذا جفت على [illegible] تخزف اى تخامر باختلاف الصخر [illegible] وتقاتق رملية مفتتة من صخور

نارية في جبال الحبشة مصدر النيل الازرق . وتختلط بها مقادير قليلة من مركبات اكسيد الحديد وسليكات الالومنيوم . اما ترسيبها على ضفاف النيل بعد فيضان كل سنة فسرُّ خصب التربة المصرية

٤ ـ الصخور الملحية وهى في الغالب تذاب في الماء كالملح العادى (المعدنى) اى الذي يوجد طبقات في المناجم تحت الارض وهو في تركيبه الكيماوي مثل الملح الذي يستخرج من ماء البحر بالتبخر واشهر مناجم الملح فى اسبانيا والمانيا المجر

الصخور النارية

موازنة بين الصخور النارية والصخور الراسبة

الراسبة	النارية
١ — منضدة ومسنوية فى الغالب	١ — غير منضدة وغير مستوية
٢ — تحتوى على آثار حيوانات ونباتات متحجرة	٢ — لاتحتوى على هده الآثار المتحجرة
٣ — غير [متبلورة]	٣ — [متبلورة]

وهذه المميزات [illegible] الصخور [illegible] على [illegible] صل [illegible]

الصخور غير [illegible]

مصهورة بفعل الحرارة ثم بردت فتبلورت . وتقسم عادة الى قسمين بسيط ومركب

الصخور النارية البسيطة

١ — الكوارتز هو فى الحقيقة سلكا قية متبلورة ومنه انواع تحسب فى عداد الحجارة الكريمة

٢ — فلسبات هو سلكات مزدوجة من معدن الالومنيوم ومعدن آخر كالبوتاسيوم أو الصوديوم أو الكلسيوم. ولونه ضارب الى البياض يكون فى بلورات ويصهر على دجة عالية من الحرارة أقسى من البلور ولكن الكوارتز أقسى منه

٣ — الميكا كالفلسبات سلكات مزدوجة من الالومنيوم والبوتاسيوم ولكنها تحوي احياناً قليلا من اكسيد الحديد ولونها لؤلؤي براق وبلوراتها غير قاسية تنفصل الى طبقات رقيقة كفلوس السمك وتوجد فى بعض الصخور الرملية والغرانيت وهي انواع كثيرة

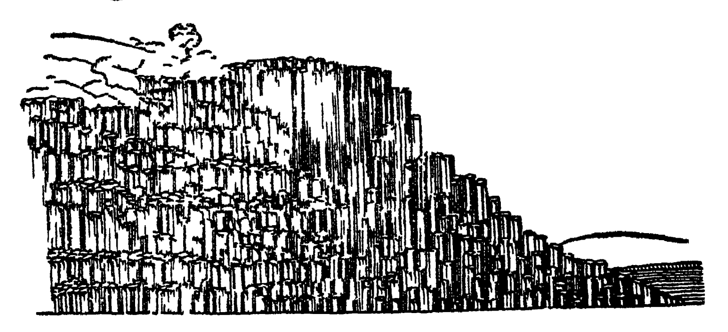
الصخور النارية المركبة

وهي ثلاثة أقسام تختلف من حيث قياس بلوراتها وشكلها

[illegible] أقدم الصخور النارية وهو مركب من [illegible] كوارتز وفلسبات وميكا . ويسهل تمييز [illegible] تكون ذرات شفافة [illegible] الفلسبات

بلورات غير شفافة بيضاء أو خضراء أو صفراء أو وردية اللون والميكا كقشور رقيقة لماعة لؤلؤية قاتمة. والجرانيت يكثر في جوار اسوان

(٢) البازلت وأشباهه وهي الصخور البركانيـة — أي التي تقذفها البراكين . وصخور البازلت قذفتها البراكين القديمة. وهي قاسية وكثيفة سوداء اللون ووجود اكسيد الحديد الممغنط فيها يجعلها تحرف ابرة البوصلة . وهى قاسية جداً تستعمل فى بناء الشوارع والارصفة



البازلت العمودي

وكثيراً ما ترى صخور البازلت وهي في حالتها الطبيعية في أعمدة قائمة. والدولوريت يشبه البازلت الا انه أكثر تبلوراً منه ولونه رمادي قاتم

(٣) الصخور البلورية — الاوبسديان أو بلور البراكين

***

« السدود » السدود هي صخور نارية تقذفها البراكين مصهورة فتملأ شقوقاً في قشرة الارض ثم تجمد فتصبح ألواحاً قائمة رأسية ـ

هذه السدود فى الجهات الجبلية وتختلف ثخانة السد من بضع أقدام الى مئات الاقدام . وهى تختلف عن العروق المعدنية — فى أن السدود أصلها من مواد بركانية مصهورة والعروق المعدنية أصلها مما تذيبه المياه تحت سطح الارض ثم ترسبه فى شقوق القشرة الارضية

الصخور المتحولة

بين الصخور الراسبة المنضدة والصخور النارية المتبلورة نوع من الصخور يعرف بالصخور المتحولة . وهذه الصخور منضدة من جهة كالصخور الراسبة ومبلورة

السدود

لا أثر فيها للآثار المتحجرة كالصخور النارية . ويقال فى اصلها انها كوّنت من رسوب الاتربة كالصخور الراسبة المنضدة ولذلك فهي منضدة ثم فعلت فيها الحرارة فتبلورت لذلك دعيت بالصخور المتحولة

أشهر أنواعها :

(الجنيس) هو كل صخر متحول مصفح (اي ذو طبقات اوصفائح) يشبه الجرانيت فى بنائه . واشهر اصنافه مركب من بلوارت الكوارتز والفلسبار والميكا وصفائحه أثخن من صفائح الحجر التالى (الشيست) واقل

انتظاماً من حيث نخاتها

(الشيست) (الحجر المشقق بهذا الاسم ذكره ابن البيطار) وهو كالجنيس ذو صفائح دقيقة ولكنها اثخن من صفائح الاردواز واقل انتظاماً من حيث نخاتها . وهو مركب عادة من سلكات المعادن ويحتوي على قليل من الفلسبار وقد لا يحتوي على شيء منه

(الاردواز) صخر مشقق متحول فى الغالب بفعل الحرارة من طفال منضد وطبقاته رقيقة جدا وشديدة الانتظام فى نخاتها

العروق المعدنية

تتكون (العروق المعدنيـة) بامتلاء الشقوق فى قشرة الارض برواسب ترسب فيها من ماء أذيبت فيه بعض المواد المعدنية . ولذلك فهي تختلف عن الطبقات الرسوبية التي ترسب فى البحار والبحيرات كالفحم والجبس وعن السدود وهي شقوق القشرة الارضية وقد امتلأت مواد بركانية مصهورة

كيف تحدث الشـقوق التي تملا بالمادة المعـدنية

عرق معدني

(١) تتقلص القشرة الارضية حين تجف . مثال ذلك تشقق الطوب حين جفافه

(٢) تتقلص القشرة الارضية حين تبرد

(٣) تجعد قشرة الارض لاسباب ناجمة عن حرارتها الداخلية

(٤) بفعل انفجار الغاز المتجمع في فراغ في القشرة الارضية

(٥) بما تذيبة المياه الجارية تحت سطح الارض من مواد القشرة التي يسهل ذوبانها

(٦) بما تحله بعض الغازات التي في الماء من المواد الصخرية كالاحجار الجيرية

ولما كانت العروق المعدنية تملأ شقوقاً حدثت في قشرة الارض للاسباب المتقدم ذكرها فلذلك نجدها تمتد مثل الشقوق الى مسافات بعيدة تبلغ بضعة اميال احياناً وقد تكون ثخانتها بضعة عشر قدماً او اكثر وقد يبلغ عمقها آلافاً من الاقدام

ويجب ألا تحسب العروق المعدنية شقوقاً ملآنة بالمعادن صرفة فالمواد التي تملأ الشقوق هي نوعان عادة (١) مادة العرق او صخر العرق وهو المادة التي نجد المعدن أو تبره منتشراً فيها ومنها يتألف الجانب الاكبر من العرق (٢) المعدن أو تبرهُ وهو أي مركب منه. وقد يكون منتشراً ذرات صغيرة أو كتلاً أو طبقة كأنها لوح من الالواح. وأشهر مواد العروق وهي التي توجد فيها المعادن السلكا (وهو أكسيد السلكون) أي المادة الرملية والكوارتز وكربونات الجير والحديد وفلوريد الجير

(واسمه الصناعي فلورسبار) واشهرها المادتان الاوليان وقد توجد بعض المعادن الثمينة صرفة كالذهب والبلاتين وأحياناً الفضة والنحاس والزئبق

ولا يعرف قدم العرق المعدني إلا من معرفة قدم الطبقة الصخرية التى وجد فيها

ويصيب مادة العرق التى يوجد فيها المعدن تغيير متى انكشفت وظهرت على سطح الارض فيصير من الصعب تميزها حتى على الخبير أحياناً



العوامل الخارجية

الاختلاف فى الحرارة والبرد

غاية علم طبقات الارض (الجولوجيا) كما مر بنا هى كتابة تاريخ لبناء الارض وللاحوال القديمة التي تم فيها هذا البناء. ولو كانت قشرة الارض غير معرضة للعوامل المختلفة تغير فى شكلها وتبدل لكان ظاهر قشرة الارض الآن كما كان وقت الخليقة أو حين التكوين. ولكان توزيع البر والبحر الى قارات وبحار الآن هو هو كما كان حينئذ ولكان نهوض الجبال والآكام فوق سطح الارض وغور الوديان تحت سطحها وانتشار السهول الآن كما كان حينئذ ولكانت أحوال الحياة التي تعيش فيها النباتات والحيوانات الآن كما كانت حينئذ ولكان علم الجولوجيا ينحصر فى وصف هذه المظاهر الثابتة بدلا منه من وصف التغيير المستمر الذي حدث من أقدم الازمنة الى الآن

على أن الحقيقة ليست كذلك بل الادلة كلها تشير الى ان تغييراً وقع فعلا فى تلك العصور المتطاولة فمنذ شرعت الارض تدور حول الشمس وتحول محورها حدثت سلسلة من التغيرات متصلة الحلقات ولم تنته بعد . وما زال النظام الشمسي جارياً المجرى المعروف لعلماء الفلك الآن

فلابد لتلك السلسلة من السير الى منتهى غير معروف الغاية

***

فمن دوران الارض على محورها الى دورانها حول الشمس وميل محورها على دائرة البروج تنشأ التغييرات فى الحرارة والنور التى تلازم اختلاف الليل والنهار والفصول المختلفة — الربيع والصيف والخريف والشتاء ومن اختلاف الحرارة والبرد تنشأ الابخرة فوق البحار والانهار والبحيرات والامطار والانهار والرياح ويتكون الجليد وانهاره وجباله ومن الرياح تنشأ الامواج الكبيرة والمجاري المائية القوية ومن جذب القمر والشمس ينشأ المد والجزر. وعلى ذلك نرى ان علاقاته الارض بالشمس والقمر وسائر السيارات يبنى عليها او تنشأ منها كل هذه القوى والافعال الطبيعية التى تؤثر فى قشرتها هنا تفتت الصخور بفعل عوامل مختلفة فتجرفها الامواه وتنقلها الى حيث تبنيها من جديد طبقات رسوبية صخرية على ممر الازمان

***

رياح وجليد وامطار، ينابيع وبحار وانهار، مد وجزر، امواج وتيارات، هزات الزلازل وثوران البراكين تعاقب النمو والفساد فى عالم النبات والحيوان وفعل العوامل الكيميائية العامة. كل هذه الافعال من شأنها ان تحلل المواد التى تتركب منها قشرة الارض ثم تعيد تركيبها وبناءها من جديد

تحديد العوامل التي تفعل في قشرة الارض

اولا — الجوية ـ وهي العوامل التى تفعل فى قشرة الارض عن طريق الهواء

ثانيا ـ المائية ـ وهى العوامل التي تفعل فى قشرة الأرض عن طريق المياه

ثالثا ـ البيولوجية أو العضوية ـ وهي العوامل التى تقوم على نمو النباتات والحيوانات وللانسان يدفيها كذلك

رابعاً ـ البركانية ـ وهى التى تظهر فيما يتعلق بداخل الارض وحرارتها وحركة موادها

وهذه العوامل متصلة كل الاتصال ببناء الكرة الارضية ونشوئها الطبيعي لذلك فهى عامة مستمرة ـ فتفعل فى جهة من الجهات فعلا لطيفا غير محسوس وفي أخرى فعلا عنيفا يسترعى الانظار بعنفه وقوته وشموله كما فى الزلازل والبراكين وطغيان الامواج

العوامل الجوية

العوامل الهوائية ليست أقوى العوامل الطبيعية التي تفعل فى تغيير قشرة الأرض ولكنها أعمها وأوسعها انتشاراً . فالهواء يحيط بالكرة الارضية وله فعل ميكانيكي عن طريق الرياح التي تثور فيه وفعل

كيمائي عن طريق الغازات التي يتألف منها وفعل حيوي (جيولوجي) ناجم عن انه لازم لحياة النباتات والحيوانات

فالرياح تهب وفي هبوبها تسفي التراب والرمال والدقائق المنفصلة عن الصخور فتنقلها من بقعة الى بقعة حيث تجتمع وتصير كثباناً. وبهذه الطريقة تتكون أرض جديدة على شواطيء بعض البلدان بعضها مترامي الاطراف. وسبب تكونها رياح تهب من داخل البلاد فوق صحارى تسفي رمالها وتحطها عند الشاطيء . كذلك تسفي الرياح رمال الصحارى في أفريقيا وآسيا سنة بعد سنة من مكان الى آخر فيتكون من هذه الرمال بعد استقرارها على أثر سكون الرياح أكام من الرمل تعرف بالكثبان (جمع كثيب . وهو التلّ من الرمل) وكم من بقعة عامرة في صدر الصحراء ردمتها رمال سفتها الرياح الهابّة

أما الغازات التي يتركب منها الهواء فهي الاكسيجين والنتروجين وغاز الحمض الكربونيك وثاني أوكسيد الكربون وبخار الماء وبعض العناصر النادرة التي لامحل لذكرها هنا . وهذه العناصر لها فعل يفتت الصخور بعضه يعود الى طبيعتها وبعضه الى بخار الماء الموجود بصورة دائمة في الهواء فانه يبل الصخور فيضعف قساوتها ومقاومتها ويصيرها قابلة للتفتت فتأتي عليها تيارات الهواء والماء وتحملها معها . فاكسيد الكربون الثاني وبخار الماء في الهواء يفعلان هذا الفعل في الصخور الجيرية

والاكسيجين يفعل مثل هذا الفعل في الصخور التي تحتوي على عنصر الحديد

والصقيع يحسب ايضا من العوامل الهوائية — فقطرات المطر والماء تدخل في فصل الشتاء شقوق الصخور فتتمدد اذا هبطت درجة الحرارة الى الصفر او دونه ومتى تجمد الماء تمدد فيفتت سطح الصخر الذي ثوى في شقوقه فتسفى الرياح هذه الدقائق المفتتة وتحملها الامطار وهذا يتكرر سنة بعد سنة والصخر يتآكل ويفقد من مادته. وفي البلدان التي يكثر فيها الصقيع يشهد له فعل في التراب الزراعي ذلك انه نعمه حتى كأنه سحق حتى صار ناعماً دقيقاً

وللهواء اثر كبير في حياة النباتات والحيوانات . لانه واسطة لانتشار الحرارة والرطوبة وهي من مقومات حياة النباتات والحيوانات . فكم من بقعة تكثر فيها النباتات والحيوانات لانه الهواء يروق نموها وما يلازم الهواء من حرارة مناسبة وضوء كثير ورطوبة كافية . وكم من بقعة جرداء قاحلة لان الهواء جاف جداً حال من [illegible] تشتد الحرارة حتى يميت الاحياء الا قليلها فلا تستطيع ان [illegible] متجددة والصحارى المحرقة

[illegible] الهواء هو الوسط الذي تقع فيه [illegible]

[illegible] ذات [illegible] ظواهر [illegible]

رأيت بوجه عام أثر الهواء في التغيرات التى تنتاب ظاهر القشرة الارضية

(التربة) — واكبر برهان على شمول فعل الهواء الذي تقدم بيانه هو وجود التربة فى كل مكان حتى لا تخلو منها قمة الجبل الاجرد فاننا اذا حفرنا فى التراب على اعماق تختلف باختلاف المكان وجدنا صخراً اصم تحته . فكيف كون هذا التراب اذ لا يعقل انه وجد مع الارض ليغطي الصخور العارية

رسم يمثل طبقات التربة

كل التراب الذي نرى كون بفعل طبيعي جيولوجي بسيط يعرف بتفتيت الصخور . وقد يبقى التراب على الصخور اذا لم تجرفه السيول أو تسفيه الرياح من اعالى الجبال والآكام الى المنخفضات والاودية والسهول حيث يتراكم . ولكن أنّى وجد التراب فلا شك فى أنه تكون من تفتيت الصخور بتأثير الهواء كما مر والماء كما سيجيء

والبراهين على ان التربة تكونت كذلك متعددة أهمها : —

١ — مجرد وجود التربة على الصخور فى الاماكن المستوية . [illegible]

طبقات فالتراب الدقيق [illegible] على هذه الطبقات تتلوه طبقة من الحصى

الصغير فالحصى الـكبير وهي ماتعرف بتحت التربة (Sub-soil) ثم الصخر فى حالةالتفتت ثم الصخر الاصم

٢ ـ وجود عرق من الكوارتز وهو مادة صخرية لا يفعل فيهـا الهواء · فـكان وجود عرق كهذا اصله رأس فى الصخر ثم تراه مستمراً الى فوق يخترق تحت التربة فالتربة دليل على ان الذرات والحصى التى تتألف منها التربة اصلها من الصخر الذى يخترقه هذا العرق وان مادة العرق اصلب من باقى الصخر فلم تتفتت

ـــ قد نجد التراب او فوقه جلموداً من الحجر الصلد . فهذا الجلمود لم يوجد هناك اتفاقا ولـكنها قطعة صلدة من الصخر لم تتفتت لصلابتها بمثل السرعة التي تفتت بها الصخر الذى حولها فبقيت كذلك فى التراب

قطعة صلدة من الصخر لم تتفتت بمثل السرعة التي تفتت بها ماحولها

(عمق التربة)ـــ من الامور المشاهدة ان التراب فى الغالب تجرفه سيول الامطار من مكان عال الى مكان منخفض فيرسب فيه . فاما من [illegible] لا [illegible] تكوين التراب وجرفه أو نقله. وعمق التربة فى اى مكان [illegible] على [illegible] هذين الفعلين الطبيعيين الى الآخر . [illegible] وكانت السيول التى [illegible]

وتجرف ما يتفتت منه قليلة بقي التراب حيث يتكون وتراكم . واذا كان الصخر صلداً والسيول متدفقة تحمل كل دقيقة من دقائق التراب الجديد بقي الصخر عارياً . فترى في الغالب ان قمم الجبال والآكام ومساندها عارية لان شدة الانحدار تساعد على انهيار التراب وجرفه وترى المنخفضات في سفوح هذه الجبال والآكام عميقة التربة لان كل ما ينحدر من الجبال يرسب فيها

ولو كانت الصخور قطعة واحدة صلدة لكان فعل التفتت ينحصر في سطحها . ولكن للصخور فواصل وشقوق اي انها تتكون من قطع كبيرة أو صغيرة كما يتألف الجدار من قطع الحجارة فاذا تخلل الماء بين هذه القطع فعل فعله فيها. لذلك نرى ان العوامل التي تفتت الصخور لا تنحصر في سطحها بل تتغلغل في داخلها الى اعماق بعيدة

وتعليل التفتت الذي يصيب الصخور سهل التناول . فاذا اخذنا قطعة من الملاط وصببنا عليها الحمض الايدروكلوريك (روح الملح) انحلّ في الحال الى رمل ومحلول كلوريد الجير وذلك لان الملاط مؤلف من ذريرات رمل يلحم بينها مركّب كربونات الجير . فلما رقي الحمض عليها حلّ كربونات الجير فعاد الملاط الجامد كالرمل الناعم . والملاط هو في الحقيقة حجر صناعي . فكل الحجارة والصخور تتألف من ذرات متماسكة [illegible] التي تربط بينها تختلف [illegible]

ومنها مايذيبه غير هذه العوامل كماسيجيء . فاذا انحلّت هذه المواد تفتت الصخور .والفرق بين التفتت الطبيعي والتفتت الصناعي ان التفتت الطبيعي بطيء والآخر سريع

خذمثلاقطعةمن الحجرالرملي وهومؤلفمن ذرات الرمل يربط بينهاويلحمهامعاحبيبات كربونات الجيراو السلكا وهي المادةالرملية . فكربونات الجير بفعل الهواء البطيء تنحلُّ ويعود الحجر الرملي رملاً عادياً

العوامل المائية

بين العوامل المائية والعوامل الهوائية ارتباط وثيق حتى لقد تناولهما بعض العلماء تحت مبحث واحد دعوه العوامل الممهدة أي التي من شأنها انتمهيدالمرتفعات « Levelling» فالماء سواء أكان بخاراً مائياً في الهواء او مطراً يسقط علىالصخورهوالفاعل الاقوىفي تفتيت الصخور وتكوين التربة .ولكن متى هطل المطر جرى من غير انتظام فيكون سيلاً اوفي مجارمعينةفيكون انهاراً . وفي جريهفي كلتا الحالتين نراه نشاطه الاول في جرف التربة من مكان الى آخرعلى مامربنا في الفصل السابق وقد تناولنا فعل الماء في تكوين التربة حين البحث في الهواء كعامل جيولوجي واما فعله في جرف التربة ونقلها من مكان الى آخر فسوف نتناوله في هذا الفصل . ففعل البخار المائي كما تقدم عام شامل

غير ظاهر واما فعل الأنهار والسيول فى جرف التربة فيتخذ شكلاً ظاهراً تسهل مشاهدتهُ ومراقبته . على انه لا بد ان يكون اثر الواحد موازياً لاثر الآخر لان الاول يمهد السبيل للثاني. فالعوامل المائية لا تستطيع ان تفعل الا قليلا فى تفتيت الصخور وجرف ما يتفتت منها ان لم تكن العوامل الهوائية بما فيها الرطوبة المائية والغازات قد مهدت السبيل الى ذلك

والماء فعلان فعل ميكانيكي وفعل كيمائي

١ ــ فالفعل الميكانيكى يقسم الى ثلاثة اقسام ــ الانهار والاوقيانوسات والجليد، وعمل كل من هذه العوامل يقسم الى ثلاث مراتب تفتيت وجرف ما تفتت ثم ترسيبهُ فى مكان آخر

٢ ــ اما الفعل الكيمائي فنقسمه الى قسمين ـ الينابيع والبحيرات.

والبيان التالى يوضح فعل العوامل المائية مبوبة يسهل الرجوع اليه

العوامل المائية	الفعل الميكانيكى	ألانهار	تفتيت جرف ترسيب
		لاوقيانوسات	» » »
		الجليد	» » »
	الفعل الكيمائى	البحيرات	ومافيهامن الرواسب المعدنية
		الينابيع	فعل الانهار « » »

ـ (الحفر والتفتيت) ـ يسقط ماء المطر على سطح الارض فيغور بعضه فيها وبعد ما يسير مسيراً تختلف مسافته باختلاف

الاتجاه فيفعل فعله المذكور آنفا في تفتيت الصخور او اعدادها لذلك يعود الى الظهور في شكل ينابيع. والبعض الآخر يجري على سطح الارض فيحتفر له مجاري في التراب وفي جريه يجرف بعض التراب الذي يجري عليه ولا تلبث المياه ان تتجمع في جداول صغيرة والجداول الصغيرة تجتمع وتكون جداول اكبر منها وهذه ينضم اليها بعض الينابيع وماء الشلالات الصغيرة المنحدرة من اعالي الجبال فتصير مجرى كبيراً يدعى نهراً يجرف ماؤه كل دقائق التراب والحصى التي تحملها المجاري المختلفة من اعالي الجبال ويسير في السهول عند سفوحها حاملا هذا الوسق الذي يأخذ بالرسوب رويدا رويدا اذ تبطيء سرعة النهر حين جريه في السهول الى ان يصب النهر في البحر فيبقى بعض الطمى الدقيق معلقا في الماء ثم لا يلبث ان يرسب. والجانب الآخر من ماء المطر يتبخر ويعود رطوبة مائية في الهواء الى ان تتوافر العوامل التي تحول البخار مطراً. فعمل الانهر هذا في كل البلدان ما عدا الصحاري التي لا يقع فيها مطر يخدد الارض تخديدا ويفتت صخورها تفتيتا [illegible] تدريجيا. لان مياهه تجرف امامها ما تمر عليه من التراب الذي يغطي [illegible] وسفوحها [illegible] تجمع هذه المياه في [illegible] سنة بعد سنة. وكلما [illegible] ايضا وهكذا [illegible]

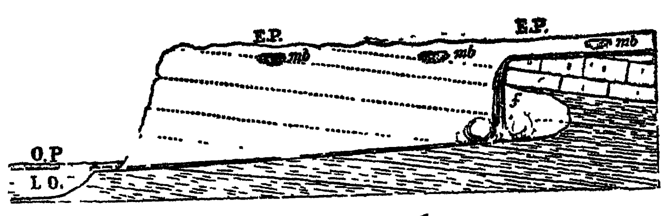
الاودية على اختلافها

وقد لاحظ بعض العلماء سرعة تخديد الارض فى مختلف البلدان التي فيها انهر كبيرة فوجدوا ان الانهار تحفر فى الارض ما متوسط عمقه قدماً واحدة كل ٣٠٠٠ آلاف سنة الى خمسة آلاف سنة . فنهر المسورى وهو الجانب الاعلى من نهر المسيسبي مسوري بالولايات المتحدة الاميركية يخفض مستوى حوضه قدما واحدة كل خمسة آلاف سنة . ونهر الكنج بالهند قدما واحدةً كل الفي سنة . وبعض الانهر تفعل فعلاً أسرع من هذا ولكن فعل اكثرها ابطأ

ـ (مساقط نياجرا) ـ من اشهر الامثلة فى التاريخ الطبيعي على فعل المياه فى تخديد الارض وحفرها وتغيير شكلها مساقط نياجرا الشهيرة في الولايات المتحدة وكندا

ذلك ان بحيرة إري كائنة في نجد اعلى من النجد الكائنة فيه بحيرة أنتاريو ببضع مائه قدم لذلك يجرى الماء منها الى بحيرة أنتاريو ومن هذه يخرج الى المحيط الاطلسي في نهر سانت لورنس. ويفصل بين النجدين شفير قائم من الشرق الى الغرب قرب بحيرة أنتاريو فماء بحيرة إري يجرى ١٥ ميلاً الى ١٨ ميلاً الى بحيرة أنتاريو وعند انصبابه فيها ينحدر من فوق الشفير الذى هناك فتتكون هذه المساقط الهائلة

كشفت هذه المساقط منذ مائتي سنة. ومنذ اكتشافها حفرت المنحدر الذى تنصب من فوقه نحو ٦٠٠ الى الوراء بمتوسط ٧ اقدام

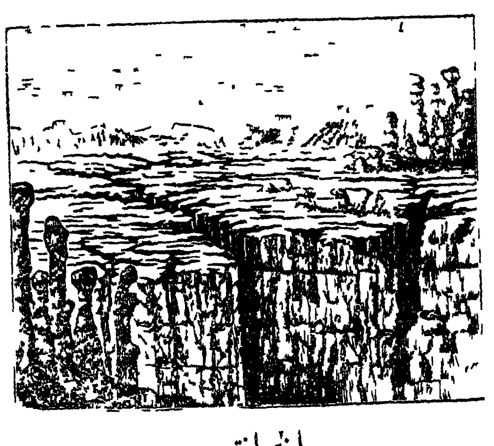


صورة تمثل كيف حفرت مساقط نياجرا

كل سنة والسبب فى ذلك ان الطبقات الصخرية التى ينحدر من فوقها الشلال مكونة من صخور كاسية صلدة تحتها طبقات صخرية لينة التكوين.

فقوة الماء المنحدر تنحر الصخر الضعيف فيتزلزل الصخر القوي فوقه فيتداعى ثم ينهار .

يظن ان مضيق نياجرا الذي تجري فيه مياه المساقط ... هو ... النهر كذلك



الخوانق

-(الخوانق)- اذا كان النهر يجري فى نجد مرتفع فلابد له من أن

يحفر قاعهُ حتى يصل الى البحر وهكذا يعمق سنة بعد سنة حتى يبلغ عمقه مبلغاً كبيراً فيرتفع جانبا المضيق ارتفاعاً قائماً على صفتيه . فمضيق كهذا يعرف بالخانق واشهر امثاله خانق كلورادو بالولايات المتحدة الذي طوله نحو ٣٠٠ ميل ويختلف عمقه من ٣٠٠٠ الى ٦٠٠٠ قدم. وللنهر روافد كثيرة تسير فى خوانق صغيرة عمقها تقريبا كعمق الخانق الكبير

الجرف

اذا فهمنا فعل الجداول والأنهار فى تفتيت الصخور وتخديد سطح الارض كما مر بنا انتقل بنا الكلام الى فعلها في جرف التراب والحصى من مكان الى مكان وفي ذلك لدينا اعظم واشهر مثال في التاريخ ـ النيل السعيد الذى يحمل الابليز (الطمي)من نجود الحبشة وينشره على شواطئه مسافة آلاف من الاميال حتى قال المؤرخ هيرودتس «ان مصر هبة النيل»

وتشتد قوة الجرف فى الأنهار في مجاريها العليا حيث تكون المياه منحدرة انحداراً قويا من اعالى الجبال وفى مجاريها الوسطى حيث يكون قد اكتمل تكوُّن النهر وتجمَّع فيه اكبر مقدار من المياه بانضمام المجاري والجداول المختلفة بعضها الى بعض. وفى كلتا الحالتين يستطيع النهر حينئذ ان يحمل مقدارا كبيراً من التربة والحصى الى مدى بعيد مازال تياره شديد السرعة قوى الاندفاع وما عظيم المقدار

الترسيب

اما اذا ما اتفق للنهر ما خفض سرعة تياره كوصوله الى سهل فسيح وجريه فيه جرياً وئيداً فان الحصى الذى يحمله يأخذ فى الرسوب رويدا رويدا الاكبر منه اولا لثقله ويليه الاصغر فالاصغر . كذلك اذا قل ماء النهر بانقضاء زمن الفيضان مثلا كما في نهر النيل عجز مجراه عن حمل المقدار الكبير من التراب والحصى الذى كان يحمله فى زمن الفيضان فيرسب على المنوال المتقدم ومتى صبّ النهر فى بحر او بحيرة أو مصب واسع اخذ الطمى الدقيق الذى حملهُ الماء مسافة طويلة فى الرسوب فتتكون من رسوبه طبقة جديدة تتحول على مرّ الازمان طبقة صخرية رسوبية او منضدة اى ذات طبقات

وقد بنى على هذه الحقيقة قانون شامل جعل اساساً في البحث [illegible]لجى وهو ان كل ما كان محمولا في الماء سواءاً كان الماء قائماً كما في البحيرات والبحار أوجارياً كما في الانهار ورسب يتكون من [illegible] طبقات ويعرف (بالتكوين المنضّد)

[illegible] التراكمة فى بطون الاودية) — كل نهر يبدأ في أعالى الجبال [illegible] ادا [illegible] المطر أو الملح الذائب حداول صغيرة هنا وهنالك [illegible] في انحداره من الاماكن العالية

يجرف تراباً وحصى فاذا وصل الى سفح الجبل وصار في السهل أو الوادى خفت سرعته وضعفت مقدرته على حمل الحصى فيغوص الى قاعه ويبقي الماء حاملاً التراب الدقيق الذى يبدأ بالرسوب رويداً رويداً. هكذا يرتفع قاع النهر مما يرسب فيه من هذا التراب سنة بعد سنة . ولكن النهر في كل سنة - تقريباً - يفيض على جوانبه فيرسب من مياهه الطمى على الاراضي التى يفيض عليها فترتفع جوانبه ايضا وهكذا تبقى النسبة بين جوانبه وقاعه محفوظة تقريباً. والاراضي التى يفيض عليها ويغمرها تدعي عند علماء الجولوجيا والجغرافيا الطبيعية (سهل الفيضان) ولبعض الانهر الكبيرة



دلتا نهر المسيسبي

سهول شاسعة فمصر بكاملها سهل فيضان النيل ولنهر المسيسبي باميركا سهل فيضان يمتد من مصب نهر اوهايو فيه الى خليج المكسيك ومساحته نحو ٣٠ الف ميل مربع

-(الدلتا)- وقد يقسم سهل الفيضان الى قسمين بطائح النهر او الارض التي كانت ارضا يابسة فمر فيها النهر وكساها بطميه، والدلتا وهي ماكانت بحراً فمازال يرسب فيه الطمي حتى ارتفعت ارضاً يابسة فوق سطح البحر. فالدلتا هي ذلك القسم من سهل الفيضان الذى استردّه النهر من البحر

فمصر العليا-اراضيها الزراعية - هي بطائح النيل لانها كانت أرضاً يابسة ولم يفعل النيل الا أن غطاها على جانبيه بطميه وجعلها خصبة تدر الخيرات على أبنائها واما مصر السفلى من القاهرة الى البحر فدلتا النيل

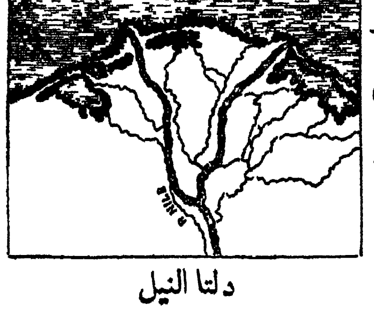
اذن نستطيع أن نحدد الدلتا بانها تلك البقعة من الارض المثلثة شكل في الغالب التي كونت عند مصاب الانهار من رسوب الطمي على تعاقب الازمان يخترقها النهر في فروع متشعبة ويصب الى البحر في [illegible] مختلفة فحيث يبدأ النهر يتفرع فهناك رأس الدلتا كما في القاهرة

[illegible]

ومساحة بعض الدلتات عظيمة جدا فمساحة دلتا النيل ١٠ آلاف مربع ومساحة دلتا المسيسبي [illegible] ميل مربع ومساحة دلتا الكنج

وبراهما بوترا في الهند ٢٠ الف ميل مربع. واما شكل دلتا المسيسبي فغير منتظم كما ترى في الصورة صفحة ٥٧

وجميع الانهر تكون دالات اذا صبت فى بحر ليس فيه اثر كبير للمد والجزر أوفى بحيرات هادئة . واما الانهر التي تصب فى شواطيء معرضة لفعل المد والجزر فعلا عظيما فلا تستطيع ان تكون ارضا جديدة لان حركة البحر تمنع رسوب الابليز وعلى ذلك فان للمد والجزر فعلا فى حفر الشاطيء وتحديده . فعند مصاب الانهار نجد فعلين متضادين فعل النهر الحامل الطمي وغايته تكوين الارض . وفعل الامواج والمد والجزر فى حفر الشواطيء وتحديدها .



دلتا النيل

فاذا فاز الاول على الثانى تكونت الدلتا على مر الازمان واذا فاز الثانى تكون مصب كبير (estuary) للنهر يخترق اليابسة الى مدى بعيد كمصب نهر سانت لورنس ومصب الامازون

وكل الدالات في نمو مستمر . كدلتا نهر البو فى شمال ايطاليا نمت نحو ٢٠ ميلا من زمن الرومان الى الآن . لان بلدة فرّارا التى كانت مرفأ تبعد الآن على الشاطيء عشرين ميلا . ودلتا نهر الرون بفرنسا نمت

١٣ ميلا فى نحو الفين سنة . ودلتا المسيسبي تنمو نحو ٣٠٠ قدم في السنة او ميلا كل ١٦ سنة أو ٦ نحو أميال فى القرن

البحيرات

سطح اليابسة من الكرة الارضية غير مستوٍ فيه المرتفعات والمنخفضات والجبال والاودية والسهول . فاذا امتلأ منخفض من منخفضات سطح الكرة ماء تكوّن من امتلائه بحيرة فالبحيرة جسم من الماء تحيط به اليابسة من كل ناحية وهو يقابل بجزيرة فى البحر فالجزيرة جسم من اليابسة تحيط به مياه البحر من كل جانب

والبحيرات نوعان

١ ـ البحيرات العذبة وهى ما كان لها منفذ كبحيرة جنيف فى سويسرا ولها وظائف جيولوجية مختلفة اهمها ما يأتي

أ ـ تعدل حرارة البلدان التي تحيط بها فلا ترتفع في الصيف كثيرا ولا تنخفض فى الشتاء كثيرا

ب ـ تعدل تصريف ماء النهر الذي يدخلها فتقي البلدان التى تحيط بها من آثار فيضانه المدمرة لانه متى فاض النهر الذي يدخل البحيرة [illegible] مساحتها فيزيد مقدار الماء الذي يخرج منها ولكنه لا يزداد فجأة [illegible] كبيرة جدا ولا تتلف سيول النهر البلدان التى [illegible] بعد البحيرة

ج ـ تنقي ماء النهر الذي يدخلها من الطمي الذي تجرفه مياهه معها ولذلك قلما يكون النهر بعد خروجه من البحيرة عكرا يحمل طمياً كثيراً وقلما يكون له دلتا الا اذا مر مسافة طويلة بعد ذلك فى ارض وجرف منها ترابا . وذلك لان النهر اذا دخل البحيرة خفت سرعة وانتشرت مياهه فى جنباتها فتعجز من حمل الطمى التى استطاعت حمله فى اثناء جريانها السريع فيرسب فى قعر البحيرة

ذ ـ تكون خزانات لرسوب المواد المعدنية التي تحملها بعض الانهار كالرواسب الحديدية في بعض البحيرات الشمالية في اوربا

٢ ـ البحيرات المالحة وهى نوعان

ا ـ المالحة وا كثر المواد فى مياهها هى كلوريدات وسلفات الصوديوم والمغنيزيوم

ب ـ المرة ـ وفيها مقدار كبير من كربونات الصوديوم عدا الكلوريدات والسلفات المذكورة

ومن الوجهة الجيولوجية للبحيرات المالحة اصلان ـ الاول . كان اصلاً بحيرات عذبة فسد منفذها فتبخر ماؤها تاركاً مقداراً كبيراً من الرواسب الملحية كالبحر الميت فى فلسطين

والثاني ما كان اصلاً متصلاً بالبحر وهى قليلة جدا واشهرها بحر قزوين كما يستدل من الحيوانات البحرية التي تعيش فيه وشبيهة بالحيوانات

التى تعيش فى البحر الاسود وغير ذلك من الادلة

٣ ـ كيف تنشأ البحيرات

كل منخفض يمتلأ ماء يصبح بحيرة

(ا) قد يحدث هذا المنخفض من فعل بركانى زلزالى

(ب) قد تحفره انهار الجليد (الثلاجات) فى سيرها

(ج) قد تنشأ سدود في واد بين جبل وجبل فيمتلأ المنخفض وراء السد ماء ويصبح بحيرة

(د) فوهات البراكين

(ه) قد تنفصل اجزاء من الانهار الكثيرة التعاريج بفعل الترسيب عن مجري النهر الكبير فتصبح بحيرة

(و) انفصال جسم من الماء على شواطىء البحار بواسطة سدود من الرمل وقد تزيل الانهار البحيرات باحدي طريقين أو بالطريقين معا اولاً بترسيب المواد الرسوبية فى قعر البحيرات ورفع مستواها فتجف ويبقي فيها مجري النهر فقط. ثانيا تحفر المنفذ حتى يستطيع النهر ان يخرج منها مندفعا كما يدخل وفي كلتا الحالتين تصبح البحيرة جزءا من مجرى [illegible]

عمل البحر والامواج

[illegible] يقطنون على الشواطىء البحرية

ولا سيما شواطيء البحار الكبيرة يرون ماء البحر يرتفع مرتين وينخفض مرتين كل يوم وهذا الارتفاع وهذا الانخفاض يحدثان متدرجين فهما مستقلان عن امواج البحار. فاذا كان طفيفين يبلغان اقداما قليلة كما في سواحل بحر الروم (البحر الابيض) فقد يقل التفات الناس اليهما ولكنهما اذا كانا عظيمين يبلغان اقداما كثيرة كما في شواطيء انكلترا فلا بد من الانتباه لها ولا سيما في المرافيء التي تكثر فيها السفن والزوارق . ويطلق على ارتفاع الماء اسم المد وعلى انحساره اسم الجزر

ويختلف علو المد عند اعلاه حتى لقد يبلغ ٦٠ قدما أو سبعين باختلاف المكان الذى يحدث فيه ويغلب ان يبلغ اعلاه فى مصاب الأنهر والمضايق فان قوة ارتفاع الماء حينئذ تنحصر بين جدارين فترفع مستوى الماء

والمد والجزر مسببان عن جذب القمر والشمس للارض في بيان يطول شرحه لانه من متعلقات علم الفلاك في الغالب .

(مجاري البحار) ـدات المباحث الحديثة في حرارة مياه الاوقيانوس أن تحت الطبقه العليا من مياه الاوقيانوسات التى تتأثر بحرارة المنطقة التي تكون فيها ، توجد طبقات من المياه الباردة حرارتها فى اكثر الاحيان حوالى الصفر وقد تكون فوقه قليلا أو تحته ففي القسم الشمالى من الاوقيانوس الاطلسي تبلغ حرارة الماء أربع درجات فوق الصفر .

بميزان سنتغراد على عمق ٨٠٠ قامة والماء تحت ذلك العمق تزداد برودة بازدياد العمق. وأما في المنطقة الاستوائية في المحيط نفسه فتقع على هذه الدرجة من البرد على عمق ٣٠٠ قامة فقط . وأمثلة ذلك كثيرة. فتوزيع مياه البحار على هذا النمط دليل على أن مياه الاصقاع المتجمدة القطبية تنتقل الي الاصقاع الاستوائية في الاعماق وهذا يقتضي انتقال المياه السطحية من المناطق الاستوائية الى المناطق القطبية فلدينا اذاً حركتان الاولى عامة وهي هذه التي بيناها هذه . والثانية خاصة وهي التى تتألف منها المجاري البحرية المشهورة كمجرى الخليج أو تيار الخليج

فقد أثبت العلماء أن جسما كبيراً من الماء يدعي المجرى الاستوائى يجرى في جهة غربية حول الكرة الارضية ولما كانت القارات تعترض سبيله فانه لا يسير سيراً مستقيما بل ينحرف هنا وهناك فهذا المجري مثلا يجري من غرب إفريقيا الى شرق أمريكا الجنوبية فيصطدم بكتلتها الشمالية وينفصل الى مجريين الاول ينحرف جنوبا فيلامس البرازيل والآخر يصعد شمالا فيدور في خليج المكسيك ويخرج منه مجرى جديد يعرف بمجرى الخليج أو بتيار الخليج وهو دافىء يعبر المحيط الاصى ى جه الى شرق فيصيب شواطىء ارلندا واسكتلاندا الشمالية عر ... حده ... ازاء ذلك نجد مجرى من المياه القطبية سارة ... شواطىء الولايات ا ...

الشمالية الشرقية فيجعل فصل الشتاء في نيويورك فصلا قارس البرد

وللعلماء فى اسباب هذه المجاري ونشوئها رأيان الاول يقول أن سببها اختلاف الرياح والثاني أن سببها اختلاف درجات الحرارة في طبقات الماء وكلاهما صحيح الى حد ما واحدهما مكمل للآخر. ويكفي الطالب في هذا الصدد أن يعرف من الوجهة الجولوجية (أولا) ان هنالك دورة فى مياه الاوقيانوسات (ثانيا) وان هنالك مجارى حارة أو دافئة تدور فى المناطق الاستوائية تنحرف بحسب القارات التي تصطدم بها (٣) ان هنالك مجاري قطبية تجرى من القطبين الى المنطقة الاستوائية (٤) ان هنالك الماء القطبي البارد الذي يتسلل تسللا الى المناطق الاستوائية على اعماق بعيدة

— (الامواج) — اذا هب نسيم لطيف على سطح الامواج نسج عليه درعاً من زرد على قول الشاعر العربى ثم اذا تحوّل النسيم الى ريح شديدة ثارت الامواج ومتى تحولت الريح الشديدة عاصفة ثائرة صارت الامواج جبالاً من الماء ترتفع وتنخفض. ومتى اصبحت الامواج على هذا النمط لا تنحصر حركة الامواج في منطقة العاصفة الثائرة بل تتعداها الى مسافات بعيدة

ويتوقف ارتفاع الموجة وقوتها على سعة البحر الذي تهب فوقه العاصفة وعلى شكل الشاطئ واتجاهه. فكلما عمق البحر واتسعت رقعته

الموجهة لهبوب الرياح زاد ارتفاع الامواج وقوتها واذا كانت الامواج متجهة اتجاها عموديا على الشاطىء كانت الامواج التي تتكسر عليه اقوى فعلا وعلى الصد من ذلك اذا كان الاتجاه منحرفا فان قوة الموجه لا تكون كاملة حين تنكسر عليه

فعل امواج البحر

ويقال ان اعظم الامواج التى دوّن ذكرها العلماء بلغ علوها ٣٣ قدما فى المحيط الاطلسي وهناك امواج أخرى قوية مخربه كالتى تحدثها الاعاصير او تنجم عن اضطراب بركاني كالموجه التى طغت على اليابان سنة ١٩٢٣ لما حدثت زلزالها الكبيرة

فعل البحر الجيولوجي

ـ (التدمير) ـ من معنا ان البحر فى فعله الجيولوجي يظهر فى ثلاثة [illegible] (١) الدواحر (٢) المجارى الاوقيانوسه (٣) الامواج على [illegible] هو حيال الجليد . وسوف نتكلم عنه حين [illegible]

[illegible] كيماوى وبعضها [illegible]

(١) الفعل الكيمائي - لم يعن العلماء عناية كبيرة بدرس هذا الموضوع ولكن من الامور البينة التي لا تحتاج الى دليل ان لمياه البحر فعلا كيمائيًا فى الصخور التى فى قاع البحر وعلى شواطئه يشبه الفعل الكيمائي الذي تفعله المياه الجاريه بصخور الارض واحجارها . فثمة تأكسد مثلا وهذا التأكسد تنجم عنه مركبات كيمائية جديدة

ويمكننا معرفة هذا الفعل من ملاحظة التفتت الذى يقع فى الحجارة التى تبنى منها ارصفة الموانى وقد اثبتت تجارب جربها العالم مليت (Mallet) ان قطعا من الحديد الزهر سمكتها بوصة تآكل منها من ½ الى ⅓ من البوصة في القرن واثبت آخر يدعي ستفنصن ان فى بناء احد المنائر عرضوا ٣٥ مركبا من مركبات الحديد وكل منها فعل البحر فعلا تآكليًا . واذا بحثنا فى صخور الشاطىء وجدنا اثراً للفعل الكيمائى البطيء في ظاهرها

(٢) الفعل الميكانيكي — على ان فعل البحر فى تفتيت الصخور وتعريتها يتم معظمه بطريقة ميكانيكية وهذا الفعل لا يتم الا حيث المياه متحركه . واذا تساوت بقية العوامل فهذا الفعل يكون على اقواه اذا كانت حركة المياه على اقواها لذلك لا يصح القول بان تفتتا يعتد به يحدث فى قاع البحر لان مياه القعر ساكنه الى حد بعيد وحيث لا حركة الا حركة المياه القطبية متسلسلة الى الانحاء الاستوائية . [illegible]

كانت مجارى البحر قوية حتى تحمل الرمل وبعض الحصى فقلما يظهر على عمق غير قليل . ولذلك نستطيع ان نحصر فعل البحر الميكانيكى بسطحه فى الغالب حيث تظهر الامواج والمد والجزر والمجاري المائية

ويتم فعل البحر الميكانيكي باربع طرق

(١) قوة الامواج المتكسرة على الشاطىء وتكون في اكثر الاحيان كافية لانتزاع قطع من الصخور القائمة على الشاطىء والامثلة على ذلك كثيرة على شواطىء اسكتلندا الشمالية وجزائر شتلند واوركنى وغيرها. وقد حدث فى منارة روك Rock فى غرب انكلترا ان امواجا قوية انتزعت جرساً ثقله نحو ثلاثة قناطير مصرية من علو مائة قدم . وقد وجد المستر ستفنصن ان كتلاً من الصخور على شواطىء جزر شتلند انتزعتها الامواج من علو ٦٠ قدماً مع ان ثقلها كان ٩ أطنان ونصف طن

فعل امواج البحر

٢) في شقوق الصخور وثقوبها هواء فاذا تعاقب على هذا الهواء ضغط خارجي في فترات منتظمة انقبض الهواء ثم تمدد وهذا ما تفعله الامواج. وهذا [illegible] تمدد في هذه الشقوق والثقوب يخلخل اجزاء الصخور [illegible] حتى ولو كانت اجزاء الصخور فوق ما تصل اليه المياه

(٣) قوة الضغط المائي الذي ينجم عن اصطدام الامواج بالصخور والدخول في شقوقها والضغط الذي يكون على جدران هذه الشقوق يوازي في قوته ضغط الموجة كلها على ظاهر الصخور اذا راعينا المساحة

(٤) متى ثارت الامواج حملت معها كثيراً من الرمل والحصى والحجارة الصغيرة ثم اذا لطمت الموجة ظاهر الصخور التطم الرمل والحصى والحجارة ايضا بها ومتى تكرر الالتطام تكرر احتكاك الرمل والحصى والحجارة بالصخر فتنحر منها قليلا قليلا وعلى مر العصور تأكل جانبا من الصخور فتكسر جوانبه الحادة وتجعله مكسر الجوانب املس . اضف الى ذلك ان الرمل والحصى والحجارة التي تحملها الامواج يحتك بعضها ببعض ايضا فيفتت بعضها بعضا . والغالب ان اكثر فعل التفتيت الذي يفعله البحر يتم على هذا المنوال



بقايا صخرية لجزائر نحرتها مياه البحر

ولا يغرب عن الذهن ان فعل الامواج والمد والجزر والمجارى المائية فى تفتيت الصخور وتعريتها وتهديمها يمهد السبيل له فعل الامطار والينابيع والجليد والعوامل الجوية على مامر بنا وصفها

—(البناء)— كل المواد التي تفتتها الرياح والامطار والسيول والانهار والجليد وامواج البحار ومجاريها ومدها وجزرها كل هذه المواد يسير الى البحر فترسب فيه في اعماقه أو على شواطئه وهذه الرواسب نوعان عضوية وغير عضوية اما العضوية فتذكر حين الكلام على العوامل البيولوجية واما الرواسب غير العضوية فنوعان

(١) الرواسب الكيمائية. ان الرواسب الكيمائية التى ترسب فى قاع البحر غير معروفة على وجه من الدقة والتفصيل فعند مصب نهر الرون نجد رواسب بلورية جيرية وفى قاع الجانب الشمالى من المحيط الاطلسي رواسب جيرية واسعة اصلها اصداف حيوانات تعرف (بالفورمانيفرا) وفي المحيط الهادى رواسب رملية (سيلكية) اصلها من حيوانات تدعى (راديولاريا)

الرواسب الميكانيكية

(١) [illegible] من الارض ويختلف باختلاف مكانه فى البحر

(٢) الرواسب [illegible] — واظهرها طبقات الرمل والحصى [illegible] بين ادنى حدود الجزر واعلى حدود المد . والغالب ان يكون

الحصى الكبير عند حد المد الاعلى . هذه الرواسب تظهر ثابتة ولكن اذا روقبت ظهر ان مكانها يتغير حين ارتفاع المد وهبوب العواصف وتكسر الامواج الكبيرة وقد يتجمع الحصى في عاصفة بعيدا عن الحد الاعلى العادي للمد فيتكون ما يدعي « شاطىء العاصفة »

وتجد على بعض الشواطيء وفي مداخل بعض المرافىء ومصاب بعض الانهار حواجز من الرمل وهذه الحواجز لها منشآن الاول نهري اى ان ماء النهر يرسب بعض ما فيه من المواد والبعض الآخر ترسبه امواج البحر ومجاريه . وقد تبلغ هذة الحواجز مبلغا كبيراً حتى تعيق الملاحة

(٣) ما اصله من مواد البحر نفسه

اذا صرفنا النظر عن الرواسب العضوية التي مر ذكر بعضها عند الكلام على الرواسب الكيمائية وجدنا في قاع البحار على عمق ٢٠٠٠ قامة انواعا من الصلصال الاحمر والرمادى اللون وهو مزيج من الصلصال العادى مع بعض المركبات المعدنية كاكسيد الحديد واكسيد المنغنيس وغيرها مع بقايا الحيوانات (فورما نيفرا ورادي ولاريا) ومنشأ هذ الصلصال من انحلال بعض حجار الخفّاف Pumice والغبار البركانى الذي يقذف من بعض الجزر البركانية المغمورة بالمياه ، وعدم وجود مواد غير بركانية وغير برية الاصل في هذا الصلصال دليل على كثرة الحركات البركانية تحت سطح الماء . ورسوب هذه المواد بطيء جداً

كما يستدل من مباحث طائفة من العلماء سافروا على السفينة (تشالنجر) واخذوا نماذج من قاع البحر فكانوا يجدون كثيراً من عظام الحيتان والقرشان بعضها قديم جداً وبعضها حديث . ولما كنا لا نستطيع ان نفترض ان هذه الحيتان كانت مالئة البحر فوجود آثارها في كل حفنة — جامعة بين قديمها وحديثها — دليل على بطيء فعل الترسيب هذا

الجليد

مر بنا ذكر الجليد متفرقا هنا وهناك وفعله فى تفتيت الصخور . ونعود الان اليه في هذا البحث تفيصلاً لما اجمل قبلا وجمعاً لما تبعثر

يجمد الماء العذب متى هبطت درجة حرارته الى درجة صفر بميزان سنتيغراد . فيتحول الماء حينئذ بلورات يلصق بعضها ببعض ومجموعها هو الجليد . والجليد له فعل جولوجي كبير قبلما يذوب ويعود ماءً يجري في الانهار الى البحيرات أو البحار أو قبل ان يتحول ماؤه بخاراً فى أثناء جريه . والجليد يقسم الى ستة مظاهر الصقيع والانهار والبحيرات المتجمدة والبرد والثلج والانهار الجليدية وجبال الجليد

ـ الصقيع ـ اذا جمد الماء تمدد . فاذا كان الضغط عليه شديدا يمنع تمدده [illegible] بقي سائلا ولو خفضت الحرارة الى تحت الصفر على انه متى زال الضغط قليلا تحول الماء جليداً . فالماء في اثناء تجمده يضغط ضغطاً شديداً حتى لقد يبلغ ضغط الماء المتجمد في اثناء تجمده ١٣٨ طناً

على القدم المربعة وقد ذكرت حوادث انفجرت فيها اوعية حديدية متينة لانها كانت مملوءة ماءً ومسدودة سداً محكماً فلما برد الماء وتجمد فجّر الاوعية

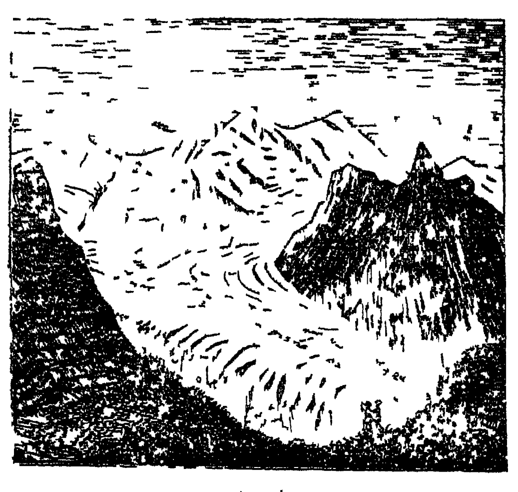
ولما كان التراب والحجارة وجذوع الاشجار وغيرها من الاجسام الطبيعية كثيرة الثقوب وتحوى فى الغالب ماء فان هذا الماء حين تجمده يمزق هذه الاجسام وينشرها الى ذرات فاذا جاء الصقيع على تراب رأيته بعد الصقيع وقد صار ناعما كالدقيق واذا دخلت المياه شقوق الصخور وثقوبها وتجمدت هناك فتتتها أو مهدت السبيل لتفتيتها

—(الانهر والبحيرات المتجمدة)— في كندا وغيرها من البلدان تجمد الانهر والبحيرات كل الشتاء وتكون كثافة الجليد من قدم ونصف قدم الى قدمين ونصف قدم ويتكون أيضاً فى قعر الانهر والبحيرات قطع من الجليد تطفو على سطح الماء لان الجليد اخف من الماء. ولذلك اثر من الوجهة الجولوجية . فحركة قطع الجليد الضخمة في قيعان الانهر والبحيرات تحرك معها مقادير كبيرة من الرمال والحصى والجلاميد فتغير مكانها. والجليد الذي يكثر تكوّنه فى مساقط المياه بكندا تحمله الانهار فيتجمع فى بعض الامكنة اذا كان ثمة عائق امامه يمنعه عن التقدم ومتى بلغ الماء وراءه من القوة ما يدفع الجليد الذى امامه انفجرت هذه الحواجز الجليدية وجرت المياه سيولا تدمر وتخرب

ـ(البرَد)ـ يقع البرد في الغالب في الصيف او في اثناء عاصفة فاذا كانت حبوبهُ كبيرة احدثت تدميراً او تخريباً في القطعان والطيور والمزروعات. والبرَد هو قطرات المطر وقد مرت في اثناء سقوطها في منطقة شديدة البرْد فتجمدت وسقطت متجمدة

ـ(الثلج)ـ لفعل الثلج الجولوجي وجهان الاول ـ حافظ اذ يغطي سطح الارض فيحفظ الصخور والتراب والنباتات من فعل الصقيع والثاني مخرب فاذا سقط الثلج فوق غابة تجمعت بلوراته الدقيقة على اغصان الاشجار واوراقه فتنهصر الاغصان وقد تتكسر الاشجار برمتها. واذا سقط الثلج غزيراً على جوانب الجبال وتجمع هنالك فلا يلبث ان يأتي الربيع والصيف حتى تنفصل جرفٌ هائلة منه وتنهار فتقلع في طريقها الاشجار والنباتات وتجرف التراب. وللثلج فعل غير مباشر بانه حين يذوب يملأ الانهار ويقوّي فعلها

ـ(الثلاجات)ـ الثلاجات انهار الجليد كما يستدل من اسمها وهي مؤلفة من الجليد تسير سيراً بطيئاً تنشأ من حركة الثلج المجتمع على جوانب الجبال متأثراً بضغط الثلج الذي فوقه وبقوة الجذب. والثلج في [illegible] من دقائق غير متماسكة ولكن متى تحرك [illegible] وذاب بعضه يتجمد هذا الماء و[illegible] [illegible] الثلج بعد ما يتحرك ولا [illegible]



ثلاجة

جامداً كأنه قطعة من الجليدالمبلور

وهـذه الأنهار الجليدية دائمة الحركة وتختـلف سرعتها باختلاف المناطق التى تسيرفيها وسرعة النهر ذاته اعظم في وسـط النهرمنها في الجانبن .والنهرالجليدى فى الحقيقة مصرف للتلج والجليد المتراكمبن كما ان النهر مصرف لماء المطر الذي يسقط على الارض

ومن الطبيعى ان النهر الجليدى يجرف في مسيره كثيراً من ركام التراب والحصى والحجارة مما يعترض سبيله كما يجرفها مياه النهر وهذه المواد التى يجرفها تكون عادة اما أمامه ويعرف بالركام النهائي أو على جانبيه ويعرف بالركام الجاني واما فى وسطه الى اسفل ويعرف بالركام الوسط

والدليل على ان النهر الجليدي دائم الحركة سهل المنال . ذلك انه اذا غرزنا علماً فى مكان معين على سطح النهر الجليدي وراقبنا مكانه قياساً الى احد الصخور الثابتة على جانبي النهر وجدنا ان مكان ه..

العلم وقد تغير في اليوم التالى فنستطيع كذلك ان نقيس سرعة حركة النهر الجليدي

وحركة الانهار الجليدية شبيهة بحركة الانهار المائية فهي لا تسير كأنها قطعة واحدة من الجليد بل كأنها جسم مرن القوام وهي كالانهار المائية اسرع سيراً فى المنحدرات منها في السهول والاماكن القليلة الانحدار ثم انها كالانهار المائية اسرع فى وسط النهر منها على الجانبين ثم ان سرعتها تزيد كلما عمق مجراها وتتكيف بحسب المجرى الذي تسير فيه الى حد ما فهي فى الحقيقة انهار ولكنها من جليد

—(فعل الانهار الجليدية الجولوجي) — تبين لنا ان الانهار الجليدية هي فى الحقيقة انهار وكالانهار تحفر الارض وتخددها وتفتت صخورها ثم تجرف كل هذه المواد وترسبها في مكان آخر ولكن فعلها خاص بها ويختلف عن فعل مياه الانهار

—(الحفر والتخديد والتفتيت) — اذا ذكرنا حجم هذه الانهار الجليدية وثقلها ظهر لنا ان لا بد لها من الاحتكاك بالارض التى تجري فوق سطحها ولكن ذلك لا يحفر الارض ولا يخددها كثيراً من دون الحجارة التى تجرفها معها كثيراً ما تكون ثابتة في تيار النهر لانها تتجمد في الجليد فتفعل فعل المسمار فى الخشب او المبرد فى الحديد. وهذه الحجارة

اما تكون قد جرفت من المجرى او وقعت على النهر فغاصت فيه رويداً رويداً الى القعر

ـ (الجرف والنقل) ـ تنقل الانهر الجليدية الركام من الحجارة والحصى وغيرها اما على جانبيها أو امامها أو فى وسطها الاسفل كما مر وفى استطاعتها ان تحمل حجارة اكبر مما تستطيعه المياه الا اذا كانت مندفعة اندفاعا شديداً . والحجارة التى تنقلها الانهار الجليدية على سطحها لا تحتك بعضها ببعض ولذلك ترى لها حروفا ناشزة على ضد الحجارة التى تنقلها الانهار المائية فانها تحتك بعضها ببعض فتتكسر حروفها وتبقى مستديرة ملساء

ـ (الترسيب) ـ ان المواد التى ترسبها المياه تكون منتظمة الطبقات من حيث حجمها وتناسب دقائقها فالحجارة الكبيرة ترسب اولا ثم التى اصغر منها وهكذا حتى يرسب الطين الدقيق . اما الركام التى ترسبها الانهار الجليدية فغير منظمة من هذا القبيل على الاطلاق ولا تكون طبقات منتظمة

ـ (جبال الجليد) ـ الى الشمال من المحيط الاطلسي بلدان جبلية مغطاة بالثلج على مدار السنة فهذا الغطاء من الثلج والجليد يتلبد بعضه فوق بعض ويصير جليداً دائم الزحف فى الاودية بين الجبال حتى يصل فى البحر فتنفصل منه قطع كبيرة تطفو على وجه البحر لان الجليد اخف



جبال الجليد

من الماء ثقلا نوعيًّا. وهذه الجبال الجليدية تدفعها المجاري البحرية جنوباً الى البحور الدافئة المياه حيث تذوب . فهي مصرف للثلج المتجمع كأنهار الجليد وما يصح على الاقطار المتجمدة الشمالية يطلق على الاصقاع المتجمدة الجنوبية بوجه عام

ـ (جبال الجليد وفعلها الجولوجي) ـ الحفر ـ مازال الجبل طافياً فليس له فعل من هذا القبيل ولكن اذا قارب الشاطىء قرب جزيرة جزيرة [illegible]فوندلاند [illegible] رواسب القعر اى يتصل به ويخدد الصخور [illegible] [illegible] [illegible]واج والمجارى والمد والجزر فعلها المبين سابقا

الجرف ـ [illegible] [illegible] الجليد كثيراً من الركام التى تجرفها الانهر [illegible] [illegible] وقد [illegible] ان بعض الجبال الجليدية

نقلت ركاما من جزيرة الارض الخضراء (جرينلند) الى جزيرة الارض الجديدة (نيوفوندلاند)

فعل الماء الكيماوي

١ — البحيرات — مر الكلام عليها

٢ — الينابيع والمجارى المائية تحت سطح الارض

مر بنا ان جانبا كبيراً من ماء المطر يغور فى الارض فبعض هذا الماء الذي يغور فى الارض يمتصه النبات بواسطة جذوره وبعضه يقيم قليلا او كثيراً فى الشقوق والثقوب الصخرية ثم يتسرب جانب منه الى مجارى صغيرة تحت سطح الارض لاتلبث ان تتجمع وتصير مجارى كبيرة الى نوعاً وتظهر اخيراً بشكل ينابيع او تستمر سائرة تحت الارض حتى تصب فى البحر. فمن المعروف على شواطىء فلوريدا بالولايات المتحدة ان هنالك اماكن فى البحر على مقربة من الشاطىء حيث تنبجس المياه عذبة فى وسط الماء الاجاج . وهنالك نوع آخر من المياه التى تحت سطح الارض وهى ما تعرف بالمياه البركانية لانها تنبعث بمساعدة ثوران البراكين وقد تكون فى اماكن مستواها اوطأ من مستوى قاع البحر ولكنها غير جارية

— (الينابيع) — اذا غار الماء فى الارض مخترقاً طبقات من التراب والحصى والصخور المشققة ثم وصل الى طبقة من الصلصال الذي لا

يغور فيه الماء جرى الماء حينئذ على سطح هذه الطبقة حتى يجد شقاً ينفجر منه الى سطح الارض ويجري عليه حتى يجتمع بجدول أو نهر

ـ (الآبار الارتوازية) ـ حفر الابار الارتوازية طريقة لاستخراج مياه جارية تحت الارض التى لولا حفر هذا الآبار لكانت تصل الى البحر او الى نهر من غير ان تظهر فوق سطح الارض . تحفر هذه الآبار وغالبا فى سهول تحيط بها جبال وآكام . فان المياه التى تغور في الارض حتى تصل الى طبقه صلصالية لاتخترقها تبقى تتجمع فوق تلك الطبقة حتى يرتفع مستواها عن مستوى السهل ذاته فاذا حفرت فى السهل حفرة او انزلت انبوبا حتى يصل الى الماء انبجست الماء بفعل الضغط من ارتفاع مستواه على جوانب السهل

(الينابيع المعدنية) ذكرنا ان كل الصخور تتحول الى تراب اذا اذيبت المواد التى تلصق ذراتها بعضها ببعض والمواد المذابة تحملها المياه التى اذابتها تاركة الدقائق والذرات التى لاتذوب وبعد ماتجري بها شوطا طويلا أوقصيرا تحت الارض تنفجر ينبوعاً فاذا مرت على أرض حارة [illegible] بعض موادها وخصوصا كربونات الجير حتى لتثقل بها حتى ترسب [illegible] اذا استقرت المياه قليلا او هبطت درجة حرارتها وقلت مقدرتها على حفظ [illegible] فيها. وهناك الينابيع الحديدية وهي التي تذيب [illegible] مركبات الحديد [illegible] في جعلها المذاق ويلونها الضارب الى

الاصفرار وتكثر فى الاماكن التى فيها عروق حديد . وهناك الينابيع المالحة وهي التي اذابت مياهها مقدارا كبيرا من كلوريد الصوديوم (وهو ملح الطعام) وتكثر فى الغالب حيث تكثر مناجم الملح الصخري أو الصخور المشبعة به

اما ـ (الينابيع الطبية) ـ فتطلق على بعض الينابيع المعدنيه التى لها فعل طبي فى معالجة بعض الامراض وشفائها . ورجال الطب يقسمون هذه الينابيع الى ينابيع المياه القلوية وفيها الصودا والحمض الكربونيك كماء فيشى بفرنسا وسراتوغا بامير كا — والمياه التى تحتوي على سلفات المغنيزيا والصودا كينابيع سدلتز . وثمة المياه المالحة والملح هو المادة الرئيسية فيها كمياه فيزبادن . وهناك المياه الارضية وهى التى تحتوي على سلفات الجير او كربوناته كمياه باث بانكلترا . والمياه الكبريتية وتحتوي على الايدروجين المكبرت او الكبريتور مثل مياه اكس لا شابل

وهناك ينابيع تحتوي مياهها على قطرات من البترول

ـ ز فعل المجاري التى تحت سطح الارض جيولوجيا . — تعمل كالماء الجاري فوق سطح الارض في تفتيت الصخور و تمهيدا سبيل الى ذلك . ٢ — باذابتها بعض المواد وتفتيتها بعض الصخور تضعف الدعائم التى تقوم عليها صخور اخرى لم تفتت لصلابتها فتتداعى وتهبط نحو [illegible] في الارض وهذا من اسباب (الزلازل) [illegible]

الجبل يزحل زحلاً ٣ — باذابتها المواد توجد كهوفاً تحت الارض ومجاري مختلفة الاشكال ثم بعد ذلك ترسب بعض هذه المواد التى تذيبها اما فى الكهوف التى تنشأها تحت الارض وتعرف حينئذ بالشموع المبلورة او تحملها الى سطح الارض فترسب فى البحيرات او على جوانب المجارى او تحملها الى البحار

العوامل البيولوجية

ليست العوامل البيولوجية او العضوية كما يدعوها بعض العلماء فى منزلة العوامل المائية من حيث فعلها فى تغيير شكل القشرة الارضية وتبديلها . ولكنها مع ذلك عامل ذو شأن وانما شأنها فى علم الجولوجيا يعود فى الغالب الى دلالتها على العصور التى عاشت فيها الاحياء المختلفة . فان بقايا الاحياء الغابرة وآثارها اصدق دليل ومرشد الى معرفة الاحوال القديمة التى كانت تعيش فيها فكأن الآثار العضوية او الحفريات حروف كتب بها تاريخ الكرة الارضية من اقدم ازمنة الاحياء الى الآن . فيجدر بنا ان ننظر الى فعل الاحياء فى الجولوجيا من وجوه ثلاثة .

اولاً — فعلها فى تدمير القشرة

[illegible] الارض (بعض فعلها من التدمير)

[illegible] طبقات ارضية جديدة . وفي الدلالة

[illegible] الحيوانات ثانياً

التدمير

النباتات — تمهد النباتات السبيل لتفتيت الصخور ونحوها بطرق مختلفة اهمها : —

١ - إنها تحفظ سطوحها رطبة والرطوبة اذا استمرت تفعل فعل الماء فى اذابة المواد التي تربط ذرات الصخور بعضها ببعض فتمهد السبيل لتفتيتها متى عملت فيها العوامل الاخرى من جوية ومائيةوهذا الفعل ظاهر على اقواه فى النباتات التى تطلب الرطوبة كالطحالب

٢ — متى انحلت النباتات تكونت من ذلك حوامض لها فعل كبير في التربة والمعادن والصخور وهذه الحوامض ذات فعل مزدوج فهي تفعل في بعض المركبات فتحولها الى اخرى لان الحوامض مركبات غير ثابتة من الناحية الكيمائية وثانياً لها فعل قوي فى اذابة المركبات المعدنيه

٣ — تمد النباتات جذورها وغصونها في شقوق الصخور او فى التربة فينجم عن ذلك نتيجتان

الاولى ـ انفصال قطع كبيرة من الصخور لان الجذور فصلت بينها وبين كتلة الصخر الثابته فتنهار

الثانية — باختراقها التربة [illegible] التربة تسربها [illegible]

الماء على [illegible]

٤ — تجتذب المطر كما تفعل الغابات الكثيفة والحراج والطحالب في المرتفعات فتمهد السبيل للماء حتى يفعل فعله في حفر الارض وتخديدها وتفتيت الصخور

٥ — تساعد على انحلال اجسام الحيوانات والنباتات المريضة أو الميتة كما يظهر من انتشار الفطريات على شجرة دب اليها الفساد أو في جثة حيوان ميت

الحيوانات — ١ — تكشف التراب وتعرضه لفعل العوامل الجوية والمائية كما تفعل الخراطين (ديدان الارض) فقد اثبت داروين ان الخراطين دائبة العمل في كشف التربة لما تحمله معها من دقائق التراب الى سطح الارض. وعدا الخراطين حيوانات كثيرة تحفر في الارض انفاقاً كالماجذ (جمع جلدمر عرلمظ) والارانب وهذه الحيوانات في عملها هذا تكشف كثيراً من التربة وتعرضه لفعل العوامل الجوية والمائية

٢ — تعترض بعض الحيوانات مسير الجداول والمجاري بما تقيمه من السدود تبنيها باغصان الاشجار. فتحوّل مياه الجدول كذلك الى [illegible] وهذا العمل ظاهر الاثر في كندا والجبال الصخرية [illegible] [illegible] السمسر أو القندس) وقد لا يحول مجرى [illegible] بباتات [illegible] ثم تتحول [illegible]

الحفر فى جسور النهر فاذا جاء الفيضان حطمها وطغا على البلدان المجاورة كما يحدث فى نهر المسيسبي احيانا

٣ ـ لبعض الحيوانات اثر ضار في بعض النباتات يميتها ويبيد محاصيل بكاملها ويكفي ان نذكر مايصيب القطن فى القطر المصرى من الدودة وكيف يلتهم الجراد الاخضر واليابس وماتفعل الفلكسرا فى الكرم

٤ — بعض الحيوانات تحفر ثقوباً فى الحجر أو الخشب فتضعفها وتعرضها لفعل الهواء والماء المباشر فاذا كانت سفناً أو أرصفة أوصقالات مبنية منهما عرضتها للتهدم والتخريب

الحفظ

النباتات —١— النباتات والاشجار تحفظ حولها طبقة من التراب المتماسك تغطى الصخور فيحفظها من التعرية السريعة ومن فعل الهواء والما[illegible]

—[illegible] [illegible] بعض النباتات هذه الطبقة من التراب

[illegible]

الانجراف مع الماء او من ان يسفيه [illegible]

٣ ـ بعض النباتات البحرية تحفظ الصخور البحرية بما تبسطه عليها من قشرة جيرية

٤ ـ الغابات والحراج تحفظ التراب على جوانب الآكام والجبال

ن الانجراف مع الماء . وتظهر فائد الحراج عند ازالتها اذ تتعرى جوانب الجبال تعرية تامة بما يجرفه الماء

٥ ـ حراج الصنوبر على جوانب الجبال تصد انهيار الثلوج فتمنع الضرر عن القرى التى تحت مستواها

الحيوانات ـ ليس للحيوانات فعل خاص من هذا القبيل الا ما كان خاصاً بالانسان وسيأتي الكلام عليه على حدة

البناء والتكوين

كل النباتات والحيوانات تقدم موادلتكوين طبقات ارضية جديدة وعلى الاخص إذ تتجمع بقاياها بعد موتها. ولها كذلك فعل كيماني محدود. ثم [illegible] بقاياها تحفظ فى طبقات من الرمل او الطمي و[illegible] [illegible] النباتات

١ ـــ التراب الاسود: اذا تعاقب نمو النبات وانحلاله في بقعة من [illegible] [illegible] فتعاقبه هذا لا يفعل فى تفتيت الصخر فقط بل [illegible] بقايا نباتية عضوية تمتزج بالمواد المعدنية فيتكون من امتزاجها مادة خصبة جدا فتعرف بالتربة النباتية وهى فى الغالب قاتمة اللون الى السواد. ومن [illegible] [illegible] في الهند الذي يزرع فيها القطن وتربة [illegible] [illegible] خصبة فى [illegible]. وهذه الطبقات تغطى فى كثير من [illegible] [illegible] اوف من الاميال المربعة

٢ — البيت او الفحم الاخضر — فى المناطق المعتدلة والقطبية تتجمع نباتات البطائح وتنحل حتى ليبلغ كثافة ما يتجمع منها في بعض الاحيان ٤٠ قدما او ٥٠ (في شمال اوربا وامريكا اكثر هذه المجموعات مؤلفة من طحالب وقد يكون فيها جذوع اشجار او جذورها). فالبيت هذا نبات بطائح منحل ينمو على جوانب مستنقع او بركة ماء ثم تمتد فروعه اليابسة الى الماء فيرسل جذوره ويبقى يتجمع حتى يملأه باجزائه الميتة

ولا يلبث ان يطرأ عليه تغيير فى قعر المستنقع فيسود وهذه هي المرتبة الاولى من مراتب تكون الفحم الا ان طبقاته تحتوى من ٢٥ الى ٣٣ فى المائة من الاكسجين والفحم الجيد ليس فيه اكسجين

ويستعمل البيت وقودا وسمادا ومتى اريد استعماله وقودا [illegible] [illegible] فى الشمس. والجولوجيون يعلقون [illegible] [illegible] الى [illegible] الفحم والبيت من اصل واحد [illegible] من اوراق [illegible]

ان التغييرات الكيمائية التى طرأت على [illegible] كانت واحدة وسنعود الى موضوع الفحم في التكلم على العصور الجولوجية

وقد تغتر الحيوانات والناس ايضا بظاهر مستنقعات البيت فتقع فيها ولا سبيل الى الخلاص حينئذ فيدركها الموت فالفساد والانحلال.

٣ — الرواسب الكيمائية — وفضلا عن فعل النباتات فى تركـ بقاياها تمتزج بالتراب فتجعله خصبا او تنحل فى المستنقعات فيتكون البيت لها فعل كيمائي مباشر بتكوين بعض المواد الكيماوية و ترسيبها. فلبعض النباتات مقدرة خاصة على حل اكسيد الكربون الثانى الذى يكون فى الماء فيتحد بجدران خلاياها ويرسب من الاتحاد كربونات الجير وبعضها يرسبه من دون ان يتحد اكسيد الكربون الثانى بمادته الحية و كذلك تنشأ رواسب عظيمة من كربونات الجير

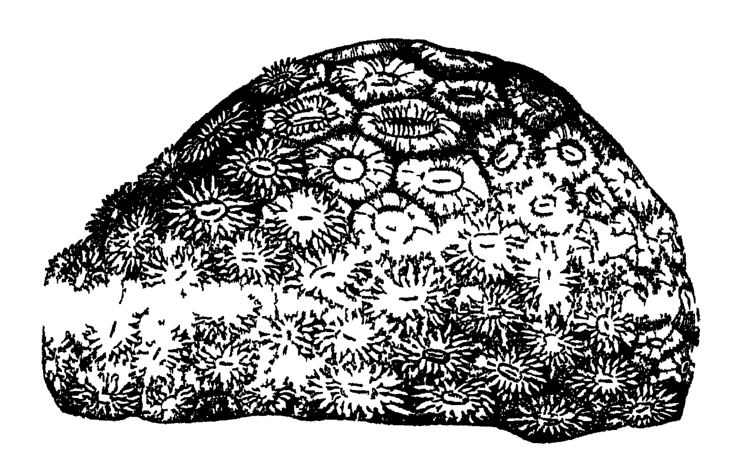
وبعض النباتات تستطيع ان تستخرج كربونات الجير من ماء البحر فتبنيه فى مادتها الحية حتى لقد وجد بعض الباحثين ان المادة الحية فى احدى النباتات كانت تحوي ٨٤ فى المائة من كربونات الجير و ٥٫٥ من كربونات المغنسيوم ومقادير اخرى قليلة من اكسيد الحديد و المغنيزيا فهذه النباتات متى قذفتها الامواج الى الشاطىء تتلف وتتجمع بقاياها

الحيوانات — ان الطبقات التى تكونها الحيوانات هى فى الغالب بقايا الحيوانات التى من المراتب الدنيا فى مملكة الحيوانات كالحيوانات المسامية على اختلافها

— — — الجيرية . كربونات الجير هى المادة التى يتركب منها ... الا ... فى الحيوانات ... ولذلك ... الصدف ... الحيوانات جيرية بحيث توجد

المياه المعدنية نجدعاليا فى البحيرات راسبا طباشبريا ابيض مركبا من بقايا المولسكا(الحيوانات الصدفية) والفورمايبفرا والنباتات البحرية وفي قعر البحر تتألف هذه الطبقات من اصداف

٢ ـ المرجان: واعجب مكونات الحيوان صخور المرجان وجزائره. هذه الصخور والجزائر تتكون من نمو انواع مختلفة من المرجان في مياه لا تنخفض حرارتها عن درجة ٢٠ فوق الصفر بميزان سنتيغراد لانه اذا برد الماء وقفها عن النمو ومما يوقفها عن النمو المياه العكرة التي تصبها الانهر فى البحار وهذا هو السبب فى خلو كثير من الشواطيء في المناطق الاستوائية البحرية من صخور المرجان وجزائره



تبني حيوانات المرجان صخورها الجرية على جوانب الجزائر حيث العمق لا يزيد عن ثلاثين قامة وترتفع رويداً الى ان تبلغ وجه الماء وهذه

مي الشعاب المرجانية (Coral reefs) وقد تصاب الجزيرة بما يخسف



الحلقة المرجانية قبل تمام فراغها

ارضها رويداً رويداً ويبقى المرجان مرتفعاً لانهُ ينمو من فوق والجزيرة تنخسف رويدا رويدا فمتى غار سطح الجزيرة تحت الماء بقيت الصخور المرجانية كحلقة مفرغة يملأ الماء فراغها وتعرف حينئذ بالحلقة المرجانية وهذا التعليل هو تعليل داروِن لتكوينها

الحلقة المرجانية

٣ — اثبتت المباحث الحديثة في سبر اغوار البحار ان قاع المحيط [illegible] تغطيه طبقة من الطمي الجيري اصله من اصداف حيوان [illegible] وهي تغطي قطعة من شمال قاع هذا المحيط طولها ١٣٠٠ ميل من الشرق الى الغرب وعرضها بضع مئات من الاميال [illegible]

٤ — الرواسب الفصفاتية ـ وجدت السفينة تشالنجر رواسب رملية كثيفة في غرب المحيط الهادىء ووسطه اصلها عن حيوان الراديولاريا اما الرواسب الفصفاتية فاصلها حيوانات فقارية لان العظام فيها مركبات الفصفور وكذلك المبرزات واشهر هذه الرواسب رواسب الطير المعروف بالجوانو في شيلي بجنوب امريكا وتستعمل سمادا

الانسان واثره الجولوجي

لانستطيع ان نختم الكلام على اثر العوامل البيولوجية من غير ان نفرد فقرة خاصة وان كانت موجزة لاثر الانسان. فالانسان قد شب عن طوقه القديم واصبح لا يكتفي بجمع الاشجار واسر الحيوانات وتدجينها ولكنه اخذ يخضع العناصر لامرته ويكيف الارض بحسب مرامه . فكم حرج [illegible] الانسان اشجارها طامعا بخشبها تاركا وراءها منحدرا [illegible] عرضة [illegible] الجوية والمائية . اما الان وقد بلغت حضارته شأوا [illegible] من الارتقاء [illegible] وتدميرها بل بالمعارك [illegible] حتى [illegible] الخبرات [illegible] الماماً في الفقرة التالية لان الاسهاب فيه يحتاج الى مجلدات فتتبع فيها تاريخ الحضارة وارتقائها من اقدم العصور الى الان . ويحكم بالطبع يكاد [illegible] الانسان ينحصر في اليابسة وبعض الاحياء البحرية من نبات وحيوان

١ — الاقليم والمناخ — يظهر اثر الانسان فى الاحوال الميتورولوجية فيما يأتى :

(ا) ازالة الحراج بقطع اشجارها وتعريض بقع واسعة للشمس والرياح يقلل توزيع الرطوبة ويحسب بعض العلماء ان قطع الاشجار فى البلدان التى حول البحر الابيض من اسباب مافيها من الجفاف

(ب) تمهيد السبيل لجر مياه الامطار الواقعة وتقليل التبخر من الماء فينجم عن ذلك انخفاض فى مقدار المطر الذى يقع سنويًّا وارتفاع في متوسط حرارة البلاد

(ج) بعض الوسائل الزراعية كتحويل الاراضى القاحلة الى ارض صالحة للزراعة او زرع البقاع الجرداء . وهلم جرًّا

٢ — فى جرى الماء

(ا) بزيادة مقدار المطر او تقليله بالوسائل المتقدم ذكرها

(ب) ينجم عن تمهيد السبل لجر مياه الامطار زيادة الجداول والانهر التى تحفر الارض وتخددها وتفتت صخورها

(ج) بما يحفره من الآبار والمناجم والمجارى

[illegible] الجسور على ضفاف الانهر لمنعها من الفيضان على البلدان حولها وبناء سدود يجمع الماء وراءها على علو كاف لمنع النهر من [illegible] الري

٣— فى تغيير سطح الارض

(ا) بزرع الحراج او بقطع اشجارها

(ب) بازالة مستنقعات الفحم الاخضر او بمساعدتها على النمو

(ج) بتنظيم وسائل الرى حتى يستطيع ان يحول ارضا قاحلة الى اراضٍ صالحة للزراعة

(د) ببناء مبانى جديدة كبناء الطرق والكبارى وحفر الترع وانفاق السكة الحديدية. وبناء القرى والمدن القديمة زاد كثيراً فى سمك قشرة الارض فى مواقع معينة

(ه) بازالة الحجارة التى تجمعها الامواج على الشاطىء يعرض الارض وراءها لفعل الامواج

٤ — فى توزيع الاحياء. كمحاربة الحيوانات المفترسة حتى تنقرض واتلاف بعض النباتات غير المرغوب فيها. وتمهيد السبل لانماء انواع جديدة من الحيوانات والنباتات مما يكون ذا فائدة اقتصادية للانسان

ولا يزال هذا الجزء من اثر الانسان البيولوجي والجيولوجي في حاجة الى ان يشبع درسا وبحثا فنكتفي بالقدر السابق

العوامل البركانية

من شأن العوامل الجوية والمائية أن تحفر الارض وتخددها وتفتت صخورها ثم تعريها جارفة ماتفتت منها الى الاماكن الواطئة فكأن اتجاهها ـ سواء فى ذلك مياه المطر والانهار والامواج وغيرها ـ ان تمهد الارض وتجعلها مستوى واحداً . يقابل هذا الاتجاه ماتفعله العوامل البركانية اى الزلازل والبراكين فى قشرة الارض ترفعها هنا وتخفضها هناك فتوجد هذا الاختلاف فى ارتفاعها بين جبال وآكام وسهول ومنخفضات واودية وهى مما لا بد منه حتى تناسب احوال الحياة المختلفة التى تعيش فيها انواع الحيوانات والنباتات المتباينة

وفى استطاعتنا ان نقول ان هذين النوعين من العوامل الجولوجية اى [illegible] الهوائية والمائيه من جهة والعوامل البركانيه من جهة اخرى متناقضان [illegible] . الاول يعمل فى قشرة الارض وفعله فيها [illegible] فى خارجها والثانى يعمل فيها [illegible] فعله فى الداخل . والى هذين [illegible] نستطيع ان [illegible] كل [illegible] القشرة الارضية [illegible]

[illegible] الحرارة الكامنة في [illegible]

الارض ومايعرف عنها قليل جدا واشهر العوامل البركانية البراكين والزلازل تحعد قشرة الارض تجعداً بطيئاً

١ — (حرارةباطن الارض) تختلف الحرارة على سطح الارض باختلاف العرض لان متوسط الحرارةيهبط كلما قرب العرض من احد القطبين ويرتفع كلما اقترب العرض من خط الاستواء . اما متوسط حرارة سطح الارض فستون درجة بميزان فارنهيت اونحو ١٥ درجة بميزان سنتيغراد ومن الامور المعروفة ان الحرارةفى اي مكان على سطح الارض تختلف باختلاف الليل والنهار وباختلاف فصول السنة.على اننا اذا حفرنا بئرا ونزلنا الى قلب الارض وجدنا انه كلما زاد العمق الذى نهبط اليه زالت الفروق فى درجات الحرارة السطحية التى تنجم عن اختلاف الليل والنهار والفصول رويدا رويدا الى ان نصل الى عمق [illegible] عنده [illegible] درجة من الحرارة لا تتغير . وتدعى [illegible] من الارض فوق هذا الحد [illegible] الحرارة [illegible] تختلف باختلاف خط العرض

على انه كلمازاد العمق الذى نهبط اليه ارتفعت الحرارةبمتوسط ١٠٠ درجة بميزان فارنهيت لكل ميل من العمق

٢ ـ (حالة باطن الارض)ـ فاذا سرنا على هذا المتوسط من زيادة

الحرارة بازدياد العمق الذى ننزل اليه بلغنا بعدمسير ٣٠ ميلا درجة ٣٠٠٠ بميزان فارنهيت او ١٦٤٩ بميزان سنتغراد وهي الدرجة التي تذوب عندها صخور الارض جميعا .لذلك استنتج بعض الناس بان الارض كتلة مائعة حامية تغطيها قشرة يابسة عمقها ٣٠ ميلا. ونجم عن ذلك قولهم ان البراكين ليست سوى منافذ تخرج منها هذه العصارة الكثيفة الشديدة الحرارة

على ان بعض التأمل يكفي ليثبت ان حالة مثل هذه غير محتملة في داخل الارض اذ يكاد يكون من الثابت ان متوسط زيادة الحرارة ينقص رويدا رويدا كلما زاد العمق الذي ننزل اليه . وعليه فان حرارة ٣٠٠٠ الاف درجة لا نصل اليها الا على عمق يفوق ثلاثين ميلا . ثانياً . ان درجة ٣٠٠٠ هي الحرارة التي تنصهر عندها الصخور تحت ضغط الهواء. اما اذا كان الضغط اقوى من ضغط الهواء المعهود فدرجة الانصهار تكون اعلى جدا من درجة ثلاثة آلاف فاذا نظرنا الى هذين الامرين معاً وجدنا اولا ان قشرة الارض اليابسة أكثف أو اعمق من ثلاثين ميلا . وثانيا . انه من الراجح أنه لا يوجد مائع داخلي كثيف كما كان يظن وعليه فالبراكين تكون منافذ لكهوف موضعية من المواد المنصهرة [illegible] يحتوى على مائع أرضى داخلي . وقد قام حديثاً [illegible] التوفيق بين الرأيين فقال بعضهم انه [illegible] الحرارة التي [illegible]

دعوها بدرجة الانصهار الحرارية المائية فأذا كانت درجة انصهار الصخور الخالية من الماء ٣٠٠٠ درجة فدرجة انصهارها اذا كان فيها ماء تتراوح بين ٦٠٠ و ٨٠٠ درجة

وهناك رأي ثالث ان داخل الارض مؤلف من غازات والخرة وخصوصاً من عنصر الحديد في حالة غازية على درجة عالية جداً من الحرارة انما الضغط الذي تضغطه قشرة الارض على هذه الغازات يجعلها شبه جامدة فاذا خفّ عنها الضغط كما يحدث لدى حدوث شق في قشرة الارض خرجت منه هذه المواد حمما مصهورة وغازات

رسم البركان وأجزائه

البراكين

البركان جبل مخروطي الشكل له فوهة في اعلاه يختلف شكلها تقذف من وقت الى آخر مواد على درجة عالية من الحرارة في حالة غازية أو مائعة على الغالب

والبراكين ثلاثة انواع — ثائرة وكامنة وساكنة

فالبراكين التي لم تثر من قرن كامل يعتبرها العلماء ساكنة او خامدة وليس من فرق واضح بين البراكين الكامنة والبراكين الساكنة .



فبركان يزوف كان يحسب بركانا ساكناً الى ان ثار سنة ٧٩ بعد المسيح فدمر مدينتي بومباي وهركولانيوم ثم مضى عليه ١٣١ سنة بين سنة ١٥٠٠ و ١٦٣١ يحسب يزوف ساكنا وانتهت هذه المدة بثورانه الشديد بسنة ١٦٣١

و [illegible] البراكين الثائرة فيستطاع تمييزها من البخار الحامي والغازات التي تقذفها [illegible] كان ستروملي ثائر ثوراناً مستمراً منذ دون ذكره في التاريخ على ان ثورانه دوري في الغالب وتختلف المدة التي تنقضي بين ثوران وآخر

— (عدد البراكين وثورتها وحجمها) — ذكر همبولت انه حصى ٢٢٥ بركانا ثارت في القرن الماضي والعدد المعروف الآن اكثر [illegible] همبولت وهي تتراوح في حجمها من الآكام البركانية الصغيرة [illegible] القدم [illegible] الف قدم واكونكاجو [illegible] اكونكاجو ليس ناجماً من تراكم [illegible] البركانية [illegible] العمود

فالغالب في توزيع البراكين الجغرافي ان تكون البراكين (١) في جزائر قائمة في وسط البحر وعلى حافات القارات الجبلية قرب البحر وتندر البراكين البعيدة عن البحار . والظاهر ان المحيط الهادى هو اكبر ميدان للفعل البركاني فسطحه منقط بالجزائر البركانية وشواطئه تحيط بها بلدان يكثر فيها الفعل البركاني (٢) ان البراكين تكون اما في خطوط تتبع شقا كبيرا في قشرة الارض أو في جماعات كل جماعة منها قائمة فوق كهف عميق في القشرة تكثر فيه الغازات والابخرة والحمم . فالبراكين المشهورة التي تحدث في خطوط بركان فيوجا بغواتيمالا بامريكا الوسطى تتصل ببراكين جبال الاندس بجنوب امريكا من الجنوب وجبال المكسيك وجبال السيرا كاسكادا بكندا ثم ببراكين جزائر اليوشان (Aleutian) وشبه جزيرة كمشتكا ثم في جزائر كوريل فجزائر اليابان فجزائر الفلبين باسيا

ومن البراكين التي تحدث جماعات جماعات جماعة براكين جاوى براكين جزائر هواي وبراكين البحر الابيض المتوسط وبراكين جزيرة ايسلند

—(ما تقذفه البراكين)— ١ — جلاميد صخرية — ٢ — حمم مائعة — ٣ — جمر خامد ٤ — رمل — ٥ — رماد — ٦ — دخان — ٧ — ابخرة وغازات

فالجلاميد الصخرية فى ثوران بركانى تنشأ من تمزيق بعض جوانب الفوهة بفعل الثوران البركانى

اما الحمم المائعة وهي المعروفة باللابة (اللافا) فتطلق على الصخور المنصهرة ومقدار انصهارها يختلف باختلاف درجة الحرارة ونوع الانصهار .فكثافة اللابة فى كيوليا مثل كثافة العسل

والحمم اللزجة تسير سير سريعا على جوانب الفوهة بعد خروجها منها وقد تبلغ سرعتها من ٢٠ الى ٢٥ ميلا فى الساعة ولكن اذا بردت جمدت رويدا رويدا حتى تصبح كالزفت فتخف سرعتها كلما زادجمودها حتى تقف عن السير . ولما كانت هذه اللابة موصلا رديئاً للحرارة فقد تبرد فى الخارج على سطحها وتجمد في حين ان الطبقة السفلى منها تبقى حامية وسائلة وجارية

اما نوع انصهارها فيقصد به مقدار ما تمتزج به هذه الحمم من الماء

اما الجمر الخامد والرمال والرماد فانواع من الحمم المائعة ذلك ان [illegible] عند [illegible]تدفقها تكون ممتزجة بكثير من الغازات والابخرة فكأنها [illegible] اذا [illegible] اجزائه من سدة الرغوة فى الفضاء بقوة شديدة [illegible] على [illegible] جمر خامد وقد يكون الانقذاف [illegible] حتى تتطاير [illegible] رسالة دقيقة فاذا برد وقع رمالا او رمادا

والفرق بين الرماد والرمل مرتبط بحجم الذرة فقط فان كان دقيقا جدا دعي رمادا والا فهو رمل

اما الغازات والابخرة التى تنطلق من فوهة البركان فاهمها بخار الماء وبخار الحمض الايدروكلوريك والحمض الكبريتوس والحمض الكربونيك واكثرها بخار الماء . ويقال ان فى ثوران بعض البراكين تشاهد لهب ولعل منشأها من احتراق بعض الايدروجين وكبريتيد الايدروجين (ايد ٢ ك) والا فما يدعى اللهب فهو على الغالب انعكاس جمر الحمم المتقدة لا غير

ـ انواع اللابة المحترقة ـ اذا بردت اللابة رويدا رويدا تبلورت المعادن التى فيها فتدعى حينئذ اللابة المحجرة واذا بردت بسرعة دعيت الزجاج [illegible] واذ كان الزجاج البركاني تتخلله فقاقيع الهـواء دعى [illegible] البركاني ممتزجاً بالماء دعي «توفا» وهذه هي الاشكال [illegible] التي نجدها [illegible] من البركان

— (تكون البراكين) — من [illegible] لدى العلماء الآن ان البراكين تبني قممها المخروطية الشكل من الحمم المصهورة التى تقذفها حينما تثور المرة تلو المرة وهي تتبع في الغالب المراتب التالية : ـ

(١) ان ازدياد الحرارة في مكان البركان وتمدد المياه يمزق الارض اي فوقه تمزيقاً كأنه الديناميت فتخرج المـواد المصهورة المذكورة

آنفاً . (٢) متى اندفعت الحمم من البركان ترفع قمة الجبل وتمزقها وترمي بها في الجو فيصير الجبل مجوفاً من اعلاه كالكأس وهي فوهته .
(٣) أن الحمم التي تقذفها البراكين تتجمع حول فوهتها فيصير شكل القمة مخروطياً وتعاقب الثوران يجعل اللابة حول القمة منضدة في طبقات ولكن يجب ان لا يقع لبس بين هذه الطبقات والطبقات الجولوجية الصخرية (٤) في كل ثوران تشقق الحمم جوانب القمة ثم تمتلىء هذه الشقوق حمما لا تلبث ان تبرد فتصير كالاضلاع للقمة (٥) اذا ارتفعت القمة كثيراً قذفت الحمم من شقوق في القمة كما تقذف من الفوهة وهذا ينشيء فوهات جديدة (٦) اذا كان كأس البركان او فوهته واسعة كما حدث في بركان يزوف سنة ٧٩ بعد المسيح فقد تتجمع الحمم فيه في ثوران تال فتكون كاساً مخروطية ضمن الكأس الاولى

ـ (قدم البراكين) ـ اذا تتبعنا تكون البراكين كما تقدم فقد نستطيع ان نجد طريقة نحسب بها قدم البراكين. ومع ان كل حساب من هذا القبيل يكون تقريبياً الا ان ذلك يكفي لايقاف الطالب على طول [illegible] الازمنة [illegible] جيولوجية . فنضرب لذلك بركان اتنا [illegible] ثوراناته [illegible] ويحدث في اوقات محدودة [illegible] وتطرح من اسفلها نحو ٣ ميلا [illegible] مجرى [illegible]

الحمم عرضه ـ حين يصل الى سفل القمة ـ ميل وعمقه قدم واحدة هو مقدار ما يجرى من اتنا فى ثوران واحد . وهذا المقدار من الحمم يغطي ارضاً مساحتها سبعة اميال مربعة بطبقة عمقها قدم وتحتوي نحو مائتى مليون قدم مكعبة فيلزم اذا مائة ثوران مثل هذا حتى ترتفع القمة قدماً واحدة فاذا حدث مثل هذا الثوران كل سنه ارتفعت قمة اتنا قدماً فى مائة سنة ولكن مضيقا محفورا فى جانب اتنا يدل على وجود ٣٠٠٠ طبقة من الحمم كل منها عمقها قدم. فلبناء هذه القمة يكون قد مضى ٣٠٠ الف سنة. والدليل على ان هذا التقدير معتدل جدا ان بركان اتنا لم يثر سوى مرة كل ٢٠ سنة من الفى سنة الى الآن ولا نزال على جوانبه حمم قذفت منذ الفى سنة ولم تغطّ بعد . كل ذلك دليل على ان جبل اتنا اقدم مما قدر له من العمر ومع ذلك فهو من احدث المكوّنات الجولوجية

ـ اسباب البراكين ـ يظهر من المقابلة بين الكرة الارضية والاجرام السماوية ان الارض كانت فى العصور الغابرة قبلما وجد الانسان عليها وقبلما عاش فيها حيوان أو نبات . جسما يكاد يكون سائلا أو منفرق الدقائق من شدة حموه ثم برد سطحها وجمد على توالى العصور ولكن بقى جوفها شديد الحرارة . ومن أدلة ذلك المواد البركانية التى تقذف منه . ان المواد اجسام معدنية ولكنها تقذف مصهورة من شدة حموها

ولكن وجود الحرارة فى الارض لا يكفي لتعليل البراكين

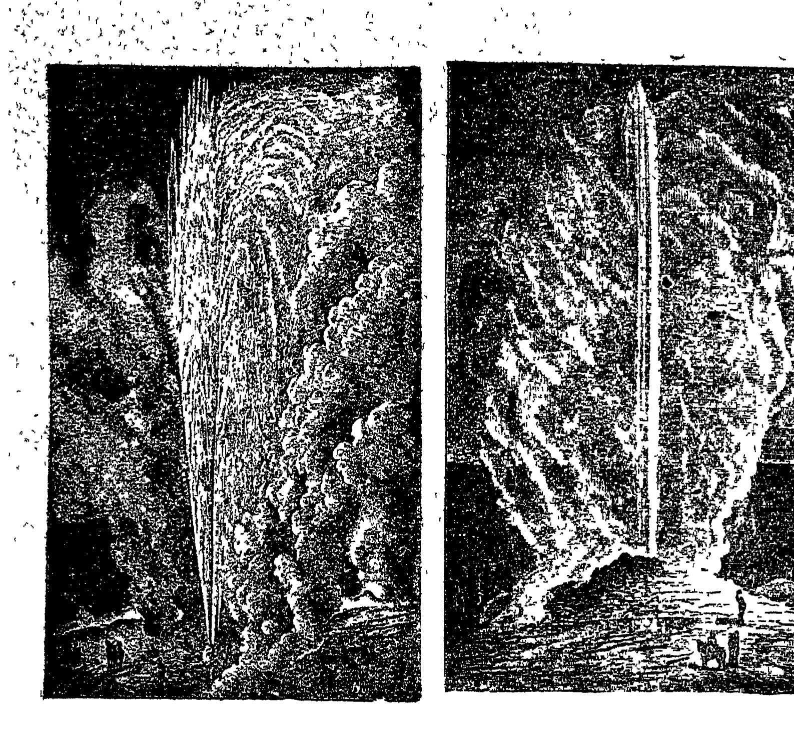
وثورانها . ذلك ان حرارة الارض آخذة بالانخفاض ولكن ليس لدى العلماء دليل على أن ثوران البراكين اضعف الآن منه في العصور الجولوجية المتوغلة في القدم . ثم انه لو كانت الحرارة وحدها سبب البراكين لوجب ان تكون البراكين منتظمة فى ثورانها كانتظام حرارة الارض وهذا بعيد عن الواقع

وقد اتضح الآن ان السبب الآخر للبراكين هو الماء الذي يخالط المواد المعدنية الحارة . فاذا حدث مارفع حرارتها ولو قليلا تمدد الماء الذي فيها ودفع مافوقه وكلما صعد زاد تمدده لأن طبقات الارض التى فوقه تكون ضاغطة عليه بثقلها فكلما صعد خف هذا الضغط عنه واخيرا تبلغ قوة تمدده درجة عظيمة جدا حتى يمزق الارض التى فوقه تمزيقا ويدفعها في الجو صخورا واتربة بل يمزق دقائق الصخور فتتطاير فى الجو غبارا الى علو شاهق . وقد يرفعها من عمق كبير حيث تكون حرارتها شديدة حتى اذا بلغت وجه الارض جرت عليه صهارة هى اللابة وقد ثبت ذلك كله من وجود البخار بكثرة فى مقذوفات البراكين وحممها حتى ان ما يحسب دخانا صاعدا ليس فى الحقيقة سوى بخار مائى

الغياسر والفوارات (الينابيع الحارة)

هى ينابيع حارة يندفع الماء منها الى علو شاهق في نوب معلومة والكلمة الاولى اي (الغياسر مفردها غيسر Geyser) كلمة اسلندية الاصل مشتقة

من فعل بلغة الاسلندين معناه انفجر . والغياسر كثيرة في جوار البراكين واكثرها في ايسلندا وزيلندا الجديدة وبعض الولايات المتحدة الامريكية .



فوارتان

وفي كل غيسر بئر عميقة ضيقة مبطنة بمادة سليكية ومنفذها ضيّق يحيط به حوض واسع فيندفع الماء الحار منها في اوقات معلومة ويعلو في الجو اقداما كثيرة ومعه كثير من البخار . ثم يهجع الغيسر مدة قصيرة او طويلة ثم يعود الى ما كان عليه من الهيجان

وتعليل الغياسر كما يأتي بوجه عام : دلت التجارب على ان حرارة الماء تزداد كلما هبطنا من منفذ الغيسر ولذلك فلا ريب في ان حرارة الماء تبلغ درجة كبيرة على عمق غير كبير فيتولد مقدار من البخار اولا فيضغط على سطح الماء فيدفعه من منفذ البئر التي تحتوي عليه ويبقى الماء مندفعا حتى يضعف ضغط البخار المتكون هنالك ثم يهجع الغيسر الى ان يغلي الماء ثانية ويتولد قدر كاف من البخار فيندفع الماء من جديد

والغياسر فى الغالب ترسب مواد رملية ولكن رواسب الغياسر فى كليفورنيا كبريتية

الزلازل

ـ كثرة الزلازل ـ اذا نظرنا الى الزلازل وكيف تحدث فجأة من غير ان يتقدمها نذير ما، وما تحدثه من الخراب والتدمير وتبثه من الخوف والهلع وان مركزها قلب الارض زال كل عجب من ان العلماء لا يعرفون من أمرها سوى الشيء اليسير . فمنذ ستين سنة لم يكن قد حاول البحث فى الزلازل بحثاً علمياً منتظماً . ولكن بعض العلماء [illegible] الاستاذ [illegible] وضعوا اساساً لعلم جديد [illegible] الزلازل [illegible] سيسمولوجيا)

[illegible] لدرس بادرة [illegible] الحصول [illegible] الطبيعة [illegible]

غير قادر على التفكير المنطقي والبحث العلمي الدقيق حين حدوثها . فمن العلماء رجل يدعى الكسيس بري وضع كتالوجاً دوّن فيه ألف زلزلة في ثلاثين سنة بين سنة ١٨٤٣ و ١٨٧٣ اي كان متوسط مادونه زلزلتين في اليوم فأذا حسبنا ان ثلاثة ارباع سطح الكرة ماء وان جانباً كبيراً من اليابسة يقطنه اقوام متوحشون وان كثيراً من الزلازل التي تحدث في البلدان العامرة لاتدوّن كنا غير مبالغين اذا قلنا ان زلزله قوية او خفيفة تحدث كل ساعة في بقعة من بقاع الارض ولكن جسم الانسان لايحس بها الا اذاهزت الارض مقدارجزء من ١٦٠٠ جزءمن البوصة. وهذه ليس كثيرة الا في المناطق التي تكثر فيها الزلازل

﴿مظاهر الزلزلة﴾ ١ — الصوت يكون اولا كصوت المدافع بعيد تحت الارض وفي بعض الاحيان كصوت دمدمة اواصطدام اوطحن

٢ — ويصحب هذا الصوت اويتبعه حركة الارض تهز اهتزازا خفيفا او تمورموراً عنيفا. وقد يبلغ من عنف حركة الارض ان تتداعى البيوت وتتهدم كانها بنيت من ورق

٣ — واتجاه هذه الحركة يكون اما عمودياً من اعلى الى اسفل او أفقيا من جانب الى جانب آخر او جامعاً بين الاثنين فتكون الحركة

منحرفة او لولبية كما حدث في بعض الزلازل اذ شاهد الناس المداخن تدور دورة لولبية

٤ — وحركة الارض لا تحدث فى كل مكان فى الوقت عينه بل تحدث في مركز ثم تنتقل منه فى كل الجهات كانك ترمى حجراً فى راكد من الماء فيحدث امواجا متتابعة تنتشر فى كل الجهات. هذا المركز يدعي (الابيسنتروم) لانه فوق مركز الزلزلة ويكون اشد فعل الزلزلة هناك. او على بعد عنه يساوى عمقه تحت الارض ثم يقل كلما بعدت موجتها عنه

- سرعة موجة الزلزلة — وجد العلماء ان سرعة موجة الزلزلة [illegible] باختلاف مقاومة الصخر وعمق الابيسنتروم. فاذا كان الصخر [illegible] والابيسنتروم عميقا كانت سرعة موجة الزلزلة على اشدها فقد تكون [illegible] اميال في الدقيقة وقد تبلغ ٢٠ ميلا أو ٢٥ ميلا أو ٣٠ [illegible] الدقيقة. وقد يكون انتشار موجة الزلزلة فى كل الجهات متساويا [illegible] فتكون الموجة حينئذ فى شكل دائرة تقريبا وقد تكون [illegible] فى الاخرى فتكون الموجة اهليلجية

- [illegible] اسباب الزلازل التغيرات المستمرة التي [illegible] فان قشرة الارض كبيرة ثقيلة وهي مرتكزة على [illegible] الارض وهذا الباطن [illegible] في [illegible] المستمر بسبب اشعاع

الحرارة منه فينتج من ذلك تشقق الصخور وتصدّعها واتساع الشقوق القديمة فيها . اى ان طبقات الصخور التي زحلت عن مكانها في الزمان الماضي وهزت الارض بزحلتها تزحل ثانيـة وتسبب هزة اخرى . ثم ان للثقل يداً فى أحداث الزلازل فأذا رسبت رواسب كثيرة في قاع البحر فى البلدان المعرضة للزلازل ثقلت عليه فينصدع ويهزّ الارض ويحدث عكس ذلك فى الجبال والنجود التي تجرف الامطار جانباً كبيراً منها فأنها تخف عما كانت عليه وترتفع وقد يكون ارتفاعها هـذا متدرجاً وقد يكون دفعة واحدة فتزلزل الارض

وقد كان الرأي الشائع ان الزلازل تحدث من تأثير البراكين ولـكن ظهر الآن ان تأثير البراكين فى الزلازل قليل جداً والغالب ان الزلزلة تسبق ثوران البركان فتكون سبباً له لا نتيجة عنه . اى ان اسباب ثورانه تكون مهيأة وتعوزها حركة شديدة لازالة ما يعوقها عن العمل فتأتي الزلزلة فتزلزل فتزيل العائق من طريقها

ـ طغيان البحر ـ اذا كان مركز الزلزلة فى قاع البحر قرب شاطئ فقد تصحب الزلزلة موجة عظيمة تطغى على الشاطئ . فتخرب وتدمر ما يعترض سيرها . وسبب ذلك ان قاع البحر عند الايبسنتروم يرتفع وينخفض مراراً فترتفع مياه البحر فوقه وتنخفض فتتولد من ذلك موجة كبيرة قد يبلغ علوها خمسين قدم تقريباً وطولها مئات من الاميال

وتبقى سائرة حتى تضرب الشاطيء فتطغى عليه وتخرب كلما يعترض سبيلها . وقد دعيت موجة كهذه خطأ موجة المد والجزر وليس لها ادنى علاقة بالمد والجزر

ومع ان موجة من هذا القبيل تتكون عند مركز الزلزال الا انها أبطأ من الزلزلة في سيرها لذلك تصل الى اليابسة بعد موجة الزلزلة

ـ امثلة مشهورة على طغيان البحر ـ ١ — في سنة ١٧٥٥ حدثت زلزلة في البرتغال فدمرت مدينة لشبونه وقتلت اربعين الف نفس . وكان مركز الزلزلة تحت قاع البحر على مائة ميل من الشاطئ. وبعدما انقضت نصف ساعة على الزلزلة ساد فيها الهدوء المدينة طغت امواج عظيمة علوها ستون قدماً على المدينة فأتمت تدميرها . وكان علو هذه الموجات ٦٠ قدماً في لشبونه و ٣٠ قدماً في قادس و ١٨ قدماً في جزائر مديرا وخمس اقدام على شواطيء ارلندا

٢ ـ وحدثت زلزلة في اليابان سنة ١٨٥٤ تبعتها موجة عظيمة علوها ٣ قدماً طغت على سيمورا فمحتها من عالم الوجود . وكان مركز الزلزال [illegible] من شواطيء اليابان ولكن آثار الموجة البحرية [illegible] [illegible] عبرت الاتلانتيك [illegible] اتدم [illegible]

[illegible] شواطيء [illegible] وكان

مركزها قريباً فعقبتها بعد خمس دقائق موجة علوها ٦٠ قدماً احدثت تدميراً عظيماً على كل الشاطيء

تجميد الطبقات الارضية

ان الافعال التى تنطوي تحت هذا الموضوع واسعة شاملة لجانب كبير من القارات ولكنها بطيئة لا تسترعي النظر . مع ذلك فهي من اهم العوامل البركانية التى تفعل في اعطاء القشرة الارضية شكلها وفى تغيير ذلك الشكل من زمن الى آخر لان حركات كهذه هي التى غيرت وكونت القارات وقاع البحار والاودية وسلاسل الجبال . ذلك لان البراكين والزلازل تحدث فجأة ولا تبقي اثراً دائما واسع النطاق . فى تكوين سطح القشرة الارضية اما الحركات البطيئة التي تجعد القشرة الارضية تتفعل فعلا مستمراً واسعا في عصور طويلة متعاقبة وفعلها هذا هو الذى اعطى القشرة الارض شكلها الحالى

ارتفاع اليابسة وانخفاضها

اليابسة من الجانب الغربي من اليابان تنخفض رويداً رويداً حتى تغمرها مياه البحر وتحل محل الحقول شواطيء رملية . وفى جنوب بلاد السويد انخفضت الارض في العصور الحديثة اذ ليس من النادر أن تجد تحت الماء آثار شوارع وبيوت . والشاطيء الغربى من جزيرة جرينلند الى مدى ٦٠٠ ميل آخذ فى الانخفاض ايضا وما كان بيوتاً يسكنها الناس

صار مغموراً بمياه البحر الآن. واقوى الادلة على انخفاض الارض في بلدان مختلفة وجود غابات وحراج ومستنقعات بيت (الفحم الاخضر) تحت سطح الماء وهذه لابدان يكون نباتها قد تجمع على اليابسة ثم انخفضت اليابسة رويداً رويداً حتى غمرتها المياه. واما الادلة التي يقدمها العلماء على ان الجانب الغربي من اوروبا انخفض وغمرته المياه فهو ان الاودية التي على اليابسة تراها مستمرة من غير انقطاع تحت الماء، وهذه الاودية حفرتها المجاري والجداول والانهر وعمقها تحت الماء يدل على مقدار انخفاض الارض. هذا من جهة ومن جهة اخرى نجد الارض في اماكن اخرى ترتفع واشهر الامثلة على ذلك شواطيء خليج بوثنيا الى شمال بحر البلطيق فقد ثبت ان قرب مدينة استوكهلم عاصمة اسوج كان متوسط الارتفاع بين سنة ١٧٧٤ وسنة ١٨٧٥ نحو ٤٨ سنتيمترا في قرن كامل. وقد ارتفع الجانب الغربي من اسوج الذي يحد مضيق سكاجراك ٣ سنتيمترا في خمسين سنة بين سنة ١٨٢٠ وسنة ١٨٧٠ وذلك بمتوسط ٦٠ سنتيمتراً او نحو مترين في القرن. وقد لاحظ الباحثون ان جهات البحيرات [illegible] الولايات المتحدة وكندا آخذة في الميل الى الجنوب [illegible] في القرن. فاذا استمر هذا الانخفاض على [illegible] مياه بحيرة [illegible] شيكاجو [illegible] سانت لويس الى نهر المسيسبي

ـ أسباب ذلك ـ لا تزال اسباب هذه الحركات ـ الارتفاع والانخفاض ـ غير معروفة على وجه من التدقيق فقد ينجم الارتفاع عن ارتفاع مقدار كبير من مواد المصهوره وتمدده . وقد ينجم الانخفاض عن تقلص هذه المواد او تصرفها الى كهف مجاور فى قلب الارض . أضف الى ذلك ان الكرة الارضية لاتزال تتقلص وان هذا التقلص يحدث ارتفاعا هناوانخفاضا هناك

تكون سلاسل الجبال

تطلق لفظة جبل على كل مرتفع ظاهر فوق سطح الارض بالغاعلوه مابلغ وكانت الطريقه التى كون بها ما كانت . فقد نجدقمةأوسلسلة من القمم كونت بفعل الماءفي حفر الارض وتحديدها أو من تجمع طبقات متراكمة من حمم البراكين أو من تجعد قشرة الارض أو غير ذلك من الاسباب

والجبال اما قمة واحدة أو سلسلة من القمم يطلق عليها الافرنج كلمات مختلفة تعنى كلها سلسلة . وللدلالة على ذلك نقول ان جملة قمم تكون سلسلة جبال من الدرجة الاولى وجملة سلاسل من الدرجة الاولى تكون سلسلة من الدرجة الثانية وجملة سلاسل من الدرجة الثانية تكون سلسلة من الدرجة الثالثة أو نظاماً من الجبال

فسلسلة الجبال من الدرجة الثالثة تتألف من جملة سلاسل متوازية في بقعة واحدة كونت كل سلسلة منها فى زمن طويل يختلف عن زمن تكون السلسلة الاخرى. فجبال الالب وجبال الهملايا مثلان على ذلك

وسلسلة الجبال من الدرجة الثانية هي جزء من السلسلة السابقة وتتكوّن فى اثناء حدث ارضي واحد مهما استغرق ذلك الحدث من الزمن

وسلسلة الجبال الثانية تقسم الى اجزاء أصغر كونتها افعال الماء في حفر الارض وتخديدها

فسلاسل الجبال من الدرجة الثالثة يفصل بينها احواض الانهر الكبيرة . وسلاسل الجبال من الدرجة الثانية تفصل بينها أودية عميقة . وسلاسل الجبال من الدرجة الاولى والقمم تفصل بينها الخوانق والمضايق

فكل بحث يتناول تكون الجبال يجب ان يتناول سلاسل الجبال التي من الدرجة الثانية لان سلاسل الجبال من الدرجة الثالثة مجموع من سلاسل الجبال الثانية . وسلاسل الجبال الاولى والقمم تتكون من الثانية [illegible] كما تقدم

[illegible] سطح الارض الآن واستقر متوسط حرارته على درجة [illegible] [illegible] خذ في التقلص تقلصاً ذا [illegible] . ولكن [illegible] حامياً وهو آخذ في [illegible] ففي التقلص [illegible] هذا التقلص فى

باطن الارض ان يجعل قشرة الارض تتجعد بقوه عظيمة فتطبق الطبقات بعضها على بعض فترتفع هنا جبالا وتتكون بين الجبال اودية فهذه التجعدات التي تحدث كذلك هى سلاسل الجبال من الدرجة الثانية

وسلاسل الجبال من هذا النوع تكون مؤلفة دائما من طبقات منضدة كثيفة تجعدت وتكسرت وتشققت بفعل تقلص باطن الارض

وقد يستمر فعل تكوين سلسلة من الجبال قروناً متطاولة الا ان الجبال متى اخذت ترتفع رويدا رويدا تشرع العوامل المائية والجوية تفعل فعلها فيها فتحفرها وتخددها وتتم تكوينها . على انه مما لا شك فيه ان كل سلاسل الجبال كانت قبل تكوينها مغمورة بالماء وعلى ذلك أدلة جولوجية كثيرة اشهرها وجود متحجرات الاسماك على رؤوس والجبال كما وجد العالم ودورد الانجليزي كثيرا من متحجرات الاسماك على قمم جبال لبنان

تكوين القارتا والمحيطات

كانت اليابسة قشرة تغطي الكرة الارضية كلها ثم دنامن الارض جرم كبير فجذبها فارتفع جانب من هذه القشرة وانفصل عنها واستدار فكان القمر وكان انفصاله حيث الاقيانوس الباسفيكي الآن فى رأى بعض العلماء فأجتمعت المياه محله ونزحت عن سائر القشرة اليابسة ولما

انفصل الجزء الذى تكون منه القمر وهو قرب خط الاستواء انشقت القشرة عند القطبين ثم تشققت وبعد بعضها عن بعض فكان منها آسيا واوربا وافريقية من جهة وامريكا الشمالية والجنوبية من جهة اخرى والجزائر كبيرها وصغيرها

والقارات طافيات كلها على مادة مائعة حسب رأى الاستاذ فغنر وهي تتحرك. والمياه التى كانت تغطى اليابسة ملأت الشقوق الكبيرة فيها فتكونت الاقيانوسات والبحار

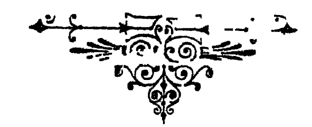
العوامل الكيماوية

مر بنا ان للهواء فعلاً ميكانيكيًّا فى تفتيت الصخور وفعلا كيمائيا وهو اتحاد ثاني اكسيد الكربون والبخار المائي فى الهواء بمواد الصخور الجيرية . كذلك اتحاد الاكسجين ببعض الصخور التى تحتوى على الحديد فيصيبها الصدأ ويمهد السبيل لتفتيتها

كذلك مر معنا ان لانواع العوامل المائية فعلاً ميكانيكيا وآخر [illegible] ثيًّا فالمياه التى تغور تحت الارض تذيب كثيرا من المواد الكيمائية [illegible] نسيها اوتكون ينابيع معدنية تستعمل طبيًّا اوفى غيرذلك [illegible] جية او العضوية فعل كيمائي . فتكوين المرجان [illegible] انات المرجان تمتص من الماء المواد

التي تبنى بها بيوتها ثم تفرزها فتتجمد بفعل كيمائي وهي ما تتألف منه الصخور والجزائر المرجانية

وتحت هذا البحث ينطوى تكون ينابيع البترول ومناجم الفحم على انواعه والرواسب القطرانية



الجولوجيا التاريخية

يقسم علم طبقات الارض عادة الى ثلاثة اقسام . —

الاول يعالج الارض من ناحية بنائها – وهو القسم الذى المممنا باصوله في فصلى « الـكرة الارضية » و « الصخور » . وهما كما رأيت يعرضان للارض من حيث هى، لشكلها وحركتها وغلافيها الهوائي والمائي وقشرتها وباطنها ثم للصخور التي تتركب منها القشرة وانواعها

والثاني يعالج الارض من ناحية مايطرأ على بنائها من التغيير — وهو القسم الذي اتينا على آثاره فى فصلى « العوامل الخارجية » و « العوامل الداخلية » — وفيهما بسطنا العوامل الخارجية التي تهدم قشرة الارض هنا وتبنيها هناك من هواء وماء، وزلازل وبراكين ، ونبات وحيوان وانسان

اما القسم الثالث فيعالج تـكوين الارض وطبقـات قشرتها من حيث تاريخها — وهو موضوع ما بقى من هذا الـكتاب. وكلمةالسر في الجولوجيا تاريخيا هى التغير — سـواء في ذلك التركيب الطبيعي او بنفسه الاجسام الحية

ففى الناحية الطبيعية يرى العلماء الآن ان الـكرة الارضية كانت

اصلاً غازاً سديمياً مازال بتحول حتى اصبح كرة مائعة ثم بردت مادة الـكرة المائعة فأصبح لها قشرة متماسكة الاجزاء يحيط بها غلاف هوائي ثم استنزلت من هذا الغلاف الهوائى ماء ملأ الاغوار الاودية

فالزمن الجولوجي يبدأ لما وقفت الـكرة الارضية كـكرة عن التحول — ولـكن لما بدأ الهواء والمطر فعلهما المتواصل فى تفتيت ما ارتفع من قشرة الارض وجرفه وترسيبه في المنخفضات . يضاف الى ذلك آثار التقلص فى جوف الارض على ما مرّ بنا فى فصل « العوامل الداخلية »

وعدم استقرار قشرة الارض على حال واحدة فى العصور المتعاقبة كان ذا اثر عظيم فى تغيير الاحوال التى تعيش فيها النباتات والحيوانات — واكثر هذا التغير كان يقع للاحياء البرية واقله للاحياء المائية ، لان تقلب الاحوال على اليابسة اشد منه في الماء

ويكاد يكون في حكم المثبت عند العلماء ان الحياة بدأت اولا في البحار اذ أصبحت مؤاتية للحياة فارتقت اشكال الاحياء البحرية وتعددت بالتطور والتنوع الى ان نشأت الفصيلة التى تطورت منها الاسماك وثم خرجت حيوانات هذه الفصيلة من البحر الى النهر وهناك تطورت الى اصناف الاسماك النهرية التى يوجد منها آثار متحجرة عديدة . ولـكن الانهار لاتؤمن لانها تعتمد على الامطار في جو رطب مصدراً لمياهها ،

وعليه فوجئت هذه الاسماك في اماكن بجفاف النهر فاذا هي على أرض يابسة فماتت الى ان نشأ منها نوع ملائم للحياة على اليابسة وهكذا انتقلت الحياة من الماء الى اليابسة . وعلى اليابسة بدأت الحياة سيرها في خلال العصور الطويلة تتحول وتتطور آنا تصيب نجاحاً في خلق الانواع الجديدة وآنا يكون نصيبها الاخفاق الى ان بلغت ذروتها في الانسان

مدى الزمن الجولوجي

كان قياس طول الزمن الجولوجي غاية تحدى اليها الركائب في القرن الماضي . قال هتن من أعلام هذا العلم فيما كتبه عن جولوجية اسكتلندا « لم أجد اثراً لبداية ولا سبيلاً الى نهاية »

(التمهيد والترسيب) آراء العلماء في تقدير عمر الارض الجولوجي متباينة . فاذا بنوا تقديرهم على سرعة تمهيد الارض في أحواض الانهار ذهبوا الى ان مدى الزمن الجولوجي يقدر بنحو مائة مليون سنة او تزيد . واذا بنوه على تقدير الزمن الذي اقتضاه فعل ترسيب الطبقات الراسبة بلغ نحو مائة مليون سنة كذلك . ولكن بناء التقدير في هاتين الناحيتين معرض للخطأ ولا يزيد عن حزر له شيء من الاساس ، لان سرعة التمهيد وسرعة الترسيب قد تختلفان باختلاف العصور واختلاف الاحوال التي يحدث فيها هذان الفعلان

[illegible] ان ماء البحار كانت في بدء التكوين

عذبة وان كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) المحلول فيها الآن جاءها من صخور الغلاف اليابس (الليثوسفير) وقد مضى زمن على علماء لجولوجيا وهم معنيون بتقدير عمر البحار والمحيطات من مقدار ماتحمله لانهار الى البحار من الملح . والظاهر أن هذا المقدار ثابت نوعاً لا يتغير كثيراً زيادة أو نقصاً . ثم فى المستطاع تقدير الملح المحلول الآن فى مياه لبحار . فاذا افترضنا ان الأنهار فى العصور الخالية كانت تضيف الملح الى مياه البحار بمتوسط ماتضيفه الآن ، أمكننا أن نقدر الزمن الذي انقضى منذ كانت مياه البحار عذبة حتى صارت تحتوي من الملح على المقدار الذي تحتوي عليه الآن

وكان العالم هلى (مكتشف مذنب هلى) اول من اقترح قياس عمر لبحار بهذه الطريقة سنة ١٧١٥ ولكن انقضى نحو قرنين قبلما جمعت معلومات وحقائق كافية تمكن الباحثين من عمل تقدير له اساس علمى مقبول. ففى سنة ١٨٩٩ عمل العالم الطبيعى الارلندي جولى (Joly) تقديره على الاساس المتقدم فقال ان عمر المحيطات والبحار يبلغ ٠٠٠ ٠٠٠ ٩٧ مليون سنة . ثم قدّر غيره من العلماء عمر البحار بالطريقة نفسها فكانت لنتيجه حوالي ٠٠٠ ٠٠٠ ١٠٠ سنة

(النباتات والحيوانات) فى طبقات الصخور حفريات وآثار متحجرة للنباتات والحيوانات . والآثار التى تحتوي عليها الطبقات

القديمة شديدة الاختلاف عن الآثار التي تحتوي عليها الطبقات الحديثة التكوين . ومعلوم ان تطوّر الاحياء من البسيط الى المركب عمل بطيء كل البطء فتاريخ تطوّر الاحياء كما يبدو من مطالعة آثاره في طبقات الصخور الراسبة يحتاج الى زمن طويل ليتم هذا التطور فيه من ادنى الاحياء الى اعلاها . لذلك لما قدر عمر الارض بنحو مائة مليون سنة قليل ان علماء الاحياء لم يرضوا عنها لانها لا تكفي لعمل التطور البطيء الذى تم في الاحياء

(العناصر المشعة) فكان الخروج من المأزق لما اكتشف ان العناصر المشعة يمكن ان تستعمل لتقدير عمر الارض الجولوجي تقديراً قريباً من الدقة ذلك ان الراديوم ، مثلا يتحول الى شيء ليس براديوم ، بعد انتهاء اشعاعه ، فلنسم هذا الشيء نفاية الراديوم . فاذا اخذت جراماً من الراديوم الصافى تحول نصفه فى اثناء ١٦٠٠ سنة من راديوم صاف الى نفاية الراديوم . وبعد ١٦٠٠ سنة اخرى يتحول نصف الباقي من الراديوم من راديوم صاف الى نفاية راديوم . اى بعد ٣٢٠٠ سنة يصبح جرام الراديوم ربعه راديوم صاف وثلاثة ارباعه نفاية راديوم

فاذا اعطينا صخراً فيه قدر من الراديوم ونفايته امكننا ان نعين الزمن الذى انقضى على الصخر حتى اصبحت نسبة الراديوم الى نفايته كما هى وما يقال عن الراديوم يقال عن العناصر المشعة الاخرى

وبتحليل الصخور التي فيها العناصر المشعة ، على الاساس المذكور، قدر عمر الارض بنحو ١٥٠٠ مليون سنة ، يجب ان يضاف اليها الزمن الذي استغرقته قبلما تجمدت

* * *

على كل يرى علماء الجولوجيا ان عمر الارض الجولوجي أو مدى الزمن الجولوجي لا يقل عن خمسمائة مليون سنة (٥٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠)

التتابع الجولوجي

قلنا ان الجولوجيا تاريخ والطبقات المنضدة هي صفحات ذلك التاريخ فاذا شئنا استنطاق الصخور المنضدة لنستخرج منها تاريخاً وجب ان نرتبها بحسب قدمها . هذه غاية الجولوجي وهي مزدوجة (١) ان يرتب هذه الطبقات من اسفلها الى اعلاها بحسب قدمها (٢) ان يجعلها طوائف طوائف تجمع بين كل طائفة منها مميزات عامة تميزها عن غيرها . اى عليه ان يجد اولا تتابعها الزمني ثم يقسمها ازمنة وعصوراً

وواضح من رسوب المواد انه لو بقيت جميع الطبقات المنضدة مستوية لكان ترتيبها بحسب قدمها سهلا ولكان اسفلها اقدمها واعلاها احدثها . على ان الطبقات في اكثر الاماكن اصابتها قوى الارض المختلفة فتجمدت وتكسرت وتشققت وتفتتت وحرفت وتعطت هنا بالحراج

وهناك بالاتربة على اختلافها واختلاف اعماقها . ومما زاد في الطين بلة انك لا تجد كل الطبقات في كل الامكنة . فقد تجد طبقه ظاهرة على سطح الارض في بقعة من البقاع يعود تاريخها الى اقدم العصور لان كل الطبقات التي رسبت فوقها قد حفرت وجرفت . وتجد الطبقة العليا في مكان آخر مجاور لهذا المكان حديثة التكوين . ولذلك ترى انه لا بد للجولوجي من درس جميع الطبقات التي يستطيع درسها وموازنة احداها بالاخرى وترتيبها بحسب قدمها. وفي ذلك له طريقتان الاولى المقابلة بين الصخور التي تتألف منها والثانية المقابلة بين آثارها المتحجرة فيها . فبحسب الطريقة الاولى مثلا نعرف ان الصخور الرملية تكونت كلها في زمن واحد ومثلها الصخور الرملية الجيرية والصخور الصلصالية ولكن هذه الطريقة تصح على ما يقع في بلدان متجاورة فالصخور الرملية في بقعتين متجاورتين لا شك كونت في عصر واحد. ولكن ذلك لا يثبت ان الصخور الرملية في جوار نيويورك مثلا كونت في العصر الذي كونت فيه الصخور الرملية على شواطيء لبنان . فيلزم اذاً ضبط الطريقة الاولى باستعمال الطريقة الثانية وهي موازنة الآثار المتحجرة في الطبقات الصخرية

فاذا سار الجيولوجي على هذه المبادىء استطاع ان يضع ترتيبا عاما للطبقات الصخرية ولا يتم هذا الترتيب الا عندما تدرس الطبقات الصخرية من نواحيها وما تحتوي عليه من الآثار في كل انحاء الارض عامرها وغامرها

(قانون تعاقب الطبقات) وقانون تعاقب الطبقات يقضي بان كل طبقة من طبقات الصخور الراسبة احدث تكويناً من الطبقه التي تحتها . وهو يشمل الطبقات المستوية والمائلة والمجعدة

اما ما يختص منها بالصخور النارية فينظر في طبقات الصخر التي يلاصقها الصخر الناري لمعرفة قدم الاخير . فاذا قطع صخر ناري صخراً آخر فالقاطع احدث من المقطوع . فالسدود أُحدث تكوناً من الصخور التي تقطعها . واذا قطع صخوراً راسبة فهو احدث من الصخور الراسبة . واللابة، بحكم الطبع، احدث تكوناً من الصخور التي جرت عليها

الحفريات والآثار المتحجرة

لا يكمل الكلام في الجولوجيا كتاريخ مهما يكن موجزاً اذا خلا من الكلام فى ما في الطبقات الجولوجية المنضدة من آثار النباتات والحيوانات . فان هذه الاثار دليل الجولوجي وابلغ ما كتب في سفر الطبيعة

لا ريب ان كل قارىء لاحظ آثار نباتات او حيوانات في طبقات صخرية .هذه الآثار تهم الجولوجي لانها تطلعه على الاحوال التى كانت تعيش فيها هذه الاحياء .فمن الحقائق الاساسية في علم طبقات الارض ان الصخور المنضدة اتربة راسبة تحجرت فى البحار او البحيرات او الخلجان او الانهار . وفى تلك الازمنة المتغلغلة فى القدم كما فى هذا الزمان كانت الحيوانات الصدفية تعيش في البحار فتقذفها امواجه الى الشاطىء

وكانت اليابسة مغطاة بالنباتات المختلفة والحيوانات تسرح على سطحها وتمرح فكانت الجداول والانهار تجرف معها الاوراق والاغصان والجذوع وجثث الحيوانات وتدفنها فى الاتربة التى تحملها معها . فهذه الآثار من الكائنات الحية حفظت من غير تغيير تقريبا بين الطبقات الراسبة من ذلك الحين الى هذا الزمن . وتختلف درجات هذا الحفظ باختلاف الزمان والمكان والمادة والكائن نفسه . فقد تحفظ المادة الطرية التي يتركب منها جسم الحيوان وهذا نادر وقد تحفظ اصدافه او هيكله وهو الغالب . اما حفظ المادة الطرية فامثلته نادرة . ولعل اشهرها جسم حيوان الماموث كما حفظ فى جليد سيبريا عصوراً طويلة . وقد بلغ هذا الحفظ درجة اغرت الكلاب بالهجوم عليه

وفى كثير من الاحيان لا يوجد الهيكل متحجراً كاملا بدقائقه بل يوجد اثر الشكل الظاهر مطبوعا فى الحجر كأن الصخر قالب لذلك الكائن يحفظ شكله الخارجى فقط

قيل ان هكسلى كان فى بدء حياته العامية شديد الحذر فى قبول مذهب التطور فلما اشتغل بالجولوجيا ودرس الحفريات والآثار المتحجرة وتدرج ارتقاء الاحياء صار من اعظم أنصار النشوء فقال « لولم يستنبط التطور لوجب على علماء الحفريات والآثار المتحجرة أن يستنبطوه لتعليل ما يرونه »

فالحفريات والآثار المتحجرة هي بقايا الاحياء البائدة في العصور الجولوجية القديمة محفوظة فى طبقات الصخور . فهذه الطبقات هي مدافن تحتوى على اثار سلالات الاحياء التي تصل الماضي بالحاضر - وقد قال المعرى « ما اظن اديم الارض الا من هذه الاجساد »وقال بيرون « التراب الذى نطأه كان حيًّا من قبل »

(كيف تحفظ هذه الآثار) كل جسم حيوان او نبات ميت ، اذا تعرض مكشوفاً لحرارة فوق درجة الجمد ، تهاجمه احياء مكرسكوبية كالفطريات والبكتيريا وغيرها فتحله فيتلاشى من دون ان يترك اثراً . يساعدها فى ذلك وجود اكسجين الهواء . وبكلمة ان افراد قبائل النبات والحيوان تتلاشى بفعل الاحياء الاخرى التي يحتوى عليها الغلافان المائي والهوائي

ولا سبيل لحي ما الى البقاء الا اذا تغطى ساعة موته بطبقة من الثفل الراسب ، وحينئذ لا يحفظ فيه الا شكل هيكله الخارجى. فالتلاشى هو القاعدة فى مصير الحيوانات الرخوة . اما اذا كانت ذات هيا كل صلبة كعظام الحيوانات الفقرية واصداف بعض الحيوانات البحرية فحفظها يتوقف على طبيعة الراسب وفعل الماء الكيمائي فيها

لذلك يحتمل حفظ الحيوانات البحرية فى طبقات الرواسب اكثر من احتمال حفظ الحيوانات البرية ، لان هذه الحيوانات لا بد من

جرفها بواسطة المياه العذبة الى مكان على الشاطيء حتى يتاح لها ان ترسب مع الراسب الترابي فتحفظ فيه . واذا فالبحث عن الآثار المتحجرة يجب ان يتم فى الطبقات البحرية الجيرية لان الجير يساعد على حفظ اجزاء الحيوانات الصلبة . ومن الطبقات التي يحتمل وجود آثار متحجرة فيها الطبقات التي تحوى رماد البراكين. فانه لدى انطلاقه من فوهات البراكين يرتفع في الهـواء ثم يحمله الهواء مسافات تطول او تقصر ثم يرسب فيطمر الاحياء التي يرسب فوقها

— (انواع الحفريات) — ١ — يندر في آثار الاحياء البائدة الاحتفاظ بجسم الحيوان صلبه وطريه على السواء . واشهر الامثلة على ذلك الماموث الذي وجد فى سيبريا فى طبقات من الحصى المتجمد وليس الغريب ان يحفظ جلده وعظمه . ولـكن الغراب ان يحفظ لحمه كذلك وتعليله طمره بمادة مجلدة منع سريان الفساد الى اللحم فلم ينحل . وقد حفظت حشرات كثيرة ، صلبها وطريها ، لانها دفنت فى صمغ شجرة طمرت بعدئذ . وقد وجدت على ضفاف نهر البلطيق آثار اشجار — من هذه الاشجار — مدفونة ويرجع تاريخها الى قبل ثمانية ملايين سنة

٢ — قد يحفظ الجزء الصلب من الحيوان ويندر الجزء الطرى . وامثلته كثيرة في الصخور الحديثة التكوين من الاصداف والحيوانات القشرية

٣ — التحجر ويقصد به ان تتغلغل ذرات صلبة الى أعضاء الكائن المدفون فتحل محلها ذرة فذرة ، وتتشكل بشكلها فتندثر مادة الحيوان العضوية وانما تحل محلها وتفرغ فى قالبها مادة صخرية صلبة . وامثلة ذلك كثيرة فى الصخور القديمة . وفى الغالب لا بد لهذا التحجر من ماء يحتوى على مادة معدنية محلولة فيه

٤ — اذا وقع حيوان على طبقة طرية من الطين طبع اثره عليها ثم اذا حدث ما ازاله قبل دفنه بقي أثره كانه قالب

قيمة دراسة الحفريات

الحفريات دليل الجولوجي وابلغ ما كتب فى سفر الطبيعة فهي تبين للباحث (١) سير التطور العضوي فى الاحياء على مدى الاحقاب وتوزيعها الجغرافى (٢) تعاقب العصور الجولوجية فكل عصر له حفريات تميزه عن غيره (٣) طبيعة البيئة التي عاشت فيها الاحياء التى توجد حفرياتها فى الطبقات ، وهل كانت من الاحياء المائية او البرية

تقسيم الزمن الجولوجي

(١) الحِقَب (المفرد حقبة او حقب) Eras

هى اكبر اقسام الزمن الجولوجي . واذا كان تاريخ الارض الجولوجى كتابا فالحقب فصوله والحقبة الجولوجية تختلف عن الاخرى بطبيعة الاحياء

التي عاشت فيها فى الماضى وتركت اثارها وحفرياتها فى مكوناتها الصخرية وبنوع الصخور كذلك

فثمة الحقبة الاركية (اي حقبة الحياةالبدائية)

والحقبة الباليوزوية (اى حقبة الحياة القديمة)

والحقبةالمسوزوية (اى حقبة الحياة المتوسطة)

والحقبة الكاينوزوية (ايحقبة الحياة الحديثة)

والحقبة السيكوزوية (ايحقبة الحياةالعاقله وهي حقبة الحياة التي نعيش فيها)

ويضع بعض العلماء حقبة بين الاولى والثانية يدعونها الحقبة البروتروزوية (اي حقبة الاحياء الاولى المعروفة)ولا يعترف بعضهم بوجود حقبة الحياة العاقلة اى الاخيرة ـ ويحسبون حقبة الحياة الحديثة تمتد الى عصرنا

والفاصل بين الحقب المختلفة حوادث طبيعية جسام فى التكون الجغرافى واحوال الاقليم نتج منها تطور عظيم فى اشكال الاحياء وطبائعها

* * *

(٢) وكل حقبة تنقسم الى ادوار (المفرد دور)Periods ولكن العلماء لا يستطيعون حتى الآن ان يضعوا تعريفاً فاصلاً فى الفروق الطبيعية والعضوية الواضحة التي تميز دوراً عند دور فى الحقيقة الواحدة

فحقبة الحياة المتوسطة تقسم الى ثلاثة ادوار هي الدور الترياسى والدور الجوري والدور الكريتاسي مرتبة بحسب قدمها. والاول يمتاز بظهور حيوانات الدينوسور والثدييات الزاحفة . والثاني بظهور الطيور الاولى ذوات الاسنان والتناتين الطائرة والثالث بانقراض الدينوسور وتخصص الزواحف وظهور حيوانات الطائفة المقدمة (Primates) من الثدييات .

وقد تقسم الادوار الى اقسام اصغر تعرف باسم ازمان (المفرد زمن) epochs

ويلخص تقسيم الزمن الجولوجي فيما يلى :

من القديم

قبل الزمن الجولوجي

حقبة الحياة البدائية (الحقبه الاركية

حقبة الحياة القديمة او الحقبة الباليوزوية — الادوار:

- الاوزركى والكمبري
- الاوردوفيكي أو الشامبليني
- السلوري
- الدفوني
- الكربوني: المسيسباني، البنسلفاني
- البرمى

حقبه الحياة المتوسطة : او الحقبة المسوزية	الادوار	الترياسي	
		الجورى	
		الكريتاسي	وبعضهم يقسمه الى دورين
حقبة الحياة الحديثه · او الحقبة الكاينوزدية	الادوار	الايوسين اومبتدى الحداثة	
		اوليجوسين او قليل الحداثة	
		الميوسين اومتوسط الحداثة	
		البليوسين او كثير الحداثة	
		البلستوسين او الجليدى	

الى الحديث   حقبة الانسان (الحقبة السيكوزوية)

وحقبة الحياة الحديثة وما يليها هي الحقبة التى يكثر ذكر ادوارها حين الكلام فى اصل الانسان وقدمه

***

هذا من ناحية تقسيم الزمن الجولوجى . يقابله تقسيم آخر للاحياء التى كانت حية متغلبة فى كل منها ويعرف **كل** قسم منها باسم عصر الاحياء الغالبة فيها . فحقبة الحياة الحديثة هي عصر الثدييات والنباتات المزهرة . وحقبة الحياة المتوسطة عصر الزواحف لانها الحيوانات المتغلبة فى تلك الحقبة. وحقبة الحياة القديمة هى فى اقدم ادوارها عصر الحيوانات عديمة الفقار ثم

تغلبت فيها الاسماك ثم نشأت القوازب وهي الحيوانات التي تعيش في الماء وعلى اليابسة (البرمائية)

ولكل دور من كل حقبة طبقات خاصة من الصخور يتميز بها تعرف بالتكاوين الجولوجية Geological Formations

الحقب الجولوجية

الارض قبل الحقب الجولوجية

-(مكان الارض في الـكون)- الارض سيار يدور حول الشمس يعرف هو وسائر السيارات والنجيمات والمذنبات التي تدور حولها بالنظام الشمسي او المجموعة الشمسية . والمجموعة الشمسية جزء من مجموعة كبيرة من النجوم والسدم (nebulae) تعرف بالمجرة . الى هنا انتهى بحث علماء الفلك في درس الـكون النجمي (stellar universe) في القرن الماضي ولـكن المباحث الجديدة - في اواخر القرن الماضي وما انقضى من هذا القرن — اسفرت عن ان المجرة اشبة شيء بجزيرة كبيرة في بحر هذا الفضاء وان ثمة جزائر اخرى اصغر منها منتثرة في رحابه تماثلها شكلا وتكوينا دعيت بالعوالم الجزرية (Island universes)

وهذه العوالم كلها متفرقة في فضاء رحب معظمه خواء بينها فالضوء يسير بسرعة في ١٨٦ الف ميل في الثانية ولـكن اقرب النجـوم الى شمسنا - الفا قنطورس - تبعد عنها مسافة لا يقطعها الضوء الا في نحو اربع سنوات و ثلاثة اسهر . فالمسافة التي يقطعها الضوء في سنة سائرا [illegible] ذات [illegible] المجرة [illegible] نحو

سنة ضوئية . واقرب العوالم الجزرية الى المجرة يبعد عنها نحو ٨٠٠ الف سنة ضوئية

ـ(اصل الارض ونشوء النظام الشمسي)ـ فى القرن الثامن عشر تصور سويدنبرج وكانط قطعة سديمية آخذة في التقلص وقالا بان السيارات نشأت منها بالانفصال عنها فبقيت كتلتها المركزية وهي الشمس . على ان بوفون العالم الفرنسى ذهب الى ان النظام الشمسى نشأ من اصطدام حدث اتفاقا بين الشمس ومذنب كبير فخالفه لابلاس العالم الرياضى الفرنسى . لانه حسب وقوع اصطدام كهذا بعيد الاحتمال . ومن البحث فى هذا اخرج لابلاس فى آخر القرن الثامن عشر اول تعليل علمى لنشوء النظام الشمسي يعرف برأي لابلاس السديمى (Nebular Hyrothesis) فتصور ان قطعة سديمية آخذة في الدوران وانها فى اثناء دورانها تتسطح عند قطبيها ، ثم تأخذ فى التقلص، وتقلصها يزيد سرعة دورانها : واذ تبلغ سرعة الدوران حدا معينا يتعذر التماسك بين اجزائها فتنطلق من مادتها حلقات وهذه الحلقات تتقلص بدورها فتنشأ منها السيارات

فعظم الاقبال على هذا الرأى . وظل زمنا الرأى السائد . ولكن الاعتراضات العامية الموجهه اليه ما زالت تتجمع ، حتى اصبح محتما ظهور مذهب آخر يعلل نشوء النظام الشمسى تعليلا اوفى

[illegible]

ومؤداه ان الشمس وهي في حالتها الغازية الاولى صادفت في سيرها الفضائي شمساً أخرى فاحدثت فيها مداً في مادتها فتمزقت وانطلقت منها اذرع طويلة مكونة من دقائق تجمعت وتكونت منها السيارات . ثم اضاف العالم الانكليزي جينز الى هذا المذهب اضافات عظيمة الشأن تدور بوجه خاص حول المادة التي انطلقت من مادة الشمس بفعل الشمس الجاذبة وكيف تقلصت حتى نشأت منها السيارات . وهو المذهب المعول عليه الآن

ـ (الزمن السابق للحياة) ـ لما تكونت قشرة الارض انتهى ذلك الفصل في تاريخ الكرة الارضية الذي يصح ان ندعوه بالفصل الكوني وبدأ الفصل الجولوجي . ولكن العلماء لم يوفقوا الى العثور على شيء من القشرة الاولى ولا كشفوا شيئاً من الصخور التي كانت فوقها . واذا فلا بد من عمل حساب لحقبة طويلة من الدهر انقضت بين الفصل الكوني في تاريخ الارض وبداءة اول الفصول الجولوجية المعروف بالحقبة البدائية . وهذه الحقبة دعاها الاستاذ دانا الجولوجي الاميركي بحقبة عديمة الحياة Azoic وهي تبدأ بقشرة الارض الجرانيتية ويتبعها تكون الجبال والمحيطات

حقبة الحياة البدائية (الاركية)

(الصخور) ان صخور هذه الحقبة اقدم الصخور المعروفة . وهي في الحقيقة صخور متحولة ولذلك يستحيل ان تكون الصخور الاولى

لان التنضيد يقتضي تفتتاً وجرفاً قبل التنضيد . ومما تمتاز به انها تمت الى الصخور المتحولة بصلة شديدة اى انها صخور منضدة فعلت بها الحرارة الى حد ما فصارت بين المنضده الصريحة التنضيد وبين النارية . وفيها يوجد تبر الحديد والغرافيت كما في السويد وحول بحيره سوبيريور بشمال الولايات المتحدة الاميركية وفى ولاية يوتاه بالبلاد نفسها

وطبقات الصخور الاركية عظيمة الكثافة . وكثافة الصخور المنضدة مقياس للزمن الذى انقضى على تكوينها . ويستدل من كثافتها ان تكوينها استغرق زمناً طويلا جداً قد يعادل كل الزمن الذى اقتضاه تكوين طباقت الحقب التي فوقها

(الحياة) هل كان على سطح الارض احياء حينئذ . هذا سؤال خطير لا يستطيع الجولوجي ان يجيب عنه جواباً قاطعاً . ولكن لديه من الادلة مايحمله على القول بوجود الاحياء في ذلك الزمن (اولا) يعلم ان تبر الحديد يتجمع الآن نتيجة لانحلال المواد العضوية. والراجح ان كان يتجمع كذلك فى الازمنة المتوغلة فى القدم (ثانياً) يجد الغرافيت ـ اصلب انواع الفحم قواماً وهو متحول منه ـ والفحم دليل قاطع على وجود الحياة (ثالثاً) الحجر الجيرى اصله فى الغالب ـ الآن ـ من مادة عضوية صدفية والراجح ان ذلك يصدق عليه فى الازمنة الجولوجية القديمة

وقد وجد تبر الحديد والغرافيت وبعض اصناف الحجر الجيري فى طبقات الحقبة الاركيــة

(الحفريات) فاذا بنينا حكمنا على ماتقدم قلنا ان الارض فى هذه الحقبة كانت حافلة بالاحياء ولــكن مانوع هذه الاحياء

هنالك بعض حفريات قد تــكون حفريات ادنى انواع الحيوان وقد دعاها بعضهم ايوزوون اى « حيوانات الفجر »

والخلاصة ان هنالك ادلة تثبت وجود النبات وادلة ترجح وجود حيوانات من الرتب الدنيا في هذه الحقبة

حقبة الحياة القديمة (الباليوزوية)

وتعرف بالحقبة الاولى

(الصخور) صخور هذه الحقبة طينية اورملية فى الغالب تتخللها فى بعض الاماكن طبقات من الصخور الجيرية . وقد تحول معظم هذه الرواسب بفعل الحرارة والضغط الى اصناف من الصخور المتحولة مثل الارودواز والــكوارتسيت (Quartzite) على انها لاتزال فى امريكا الشمالية وشرق اوربا الشمالى محتفظة بافقية طبقاتها وبنائها الاصلى

[illegible]

من القديم

١ ـ الدور الكمبري

٢ ـ الاوردوفيكي

٣ ـ الدور السيلوري

٤ ـ الدور الديفوني

٥ ـ الـكربوني او الفحمي

٦ ـ البرمي

الى الحديث

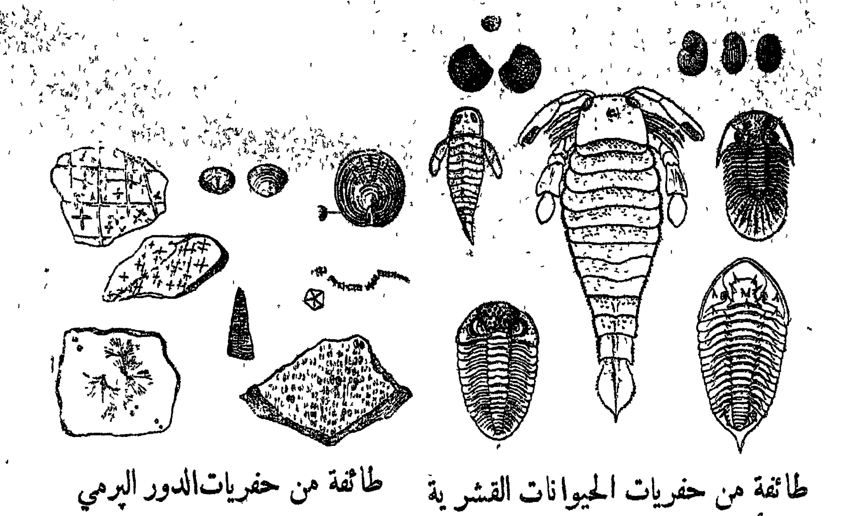
(انواع الحياة) اشهر الحيوانات التي كانت تعيش في بدء هذه الحقبة التربوليت (Tribolites) والجرابتوليت (Graptolites) والبراكيوبود (اى ذراعية الارجل) Brachiorod

ليس فى طبقات الحقبة أثر للاحياء الفقارية الا في طبقاتها العليا اى الحديثة . وفي تتبع الحفريات من ادنى طبقاتها الى اعلاها اى من اقدمها الى احدثها نلحظ خلو الطبقات الحديثة من حيوانات التريبوليت وتلاشى حيوانات الجرابتوليت رويداً رويداً وتكاثر الذراعية الارجل وسيطرتها وظهور الاسماك وتكاثرها في الدورين السيلوري والديفونى وظهور القوازب (اى الحيوانات الامفيبية التى تعيش فى الماء وعلى اليابسة) واوائل الزواحف فى العصرين الـكربوني والبرمى

اما اشهر النباتات فكانت النباتات الخفية الزواج (Cryptogams)
و[illegible] الكور [illegible]

طائفة من حفريات الدود البرمى

حفريات حيوانات التريبوليت
من الدود السلوري



طائفة من حفريات الحيوانات القشرية
أو الصدفية من الدور الديفونى

طائفة من حفريات الدور البرمي

التي تعرف بالسيكادا (Cycads) والحقيقة التي يجب ان ترسخ في ذهن القاريء ان كثرة انواع الحياة وتعقيد بنائها بالنسبة الى الاحياء الاولية البسيطة يقتضي ظهور الحياة على الارض وتطورها قبل بدء الحقبة بزمن طويل

(تكون الفحم الحجرى) لا ريب فى ان الفحم الحجري يرتد الى اصل نباتي فكل اجزاء الفواصل بين اطباق الفحم مهما تنكرت للعين المجردة تبدى بناءها النباتي لعين المجهر

ولكن اذا سلمنا باصله النباتى فكيف نستطيع ان نعلل اصنافه المتباينة

(١) فالفحم مركب من مادة تحترق واخرى لا تحترق — أى تظل بعد الاحتراق رمادا. والمادة التى تحترق من اصل عضوي. واما التى لا تحترق فمن اصل معدنى. فانقى انواع هذه الطائفة يحتوى على ١ الى ٢ فى المائة من الرماد. فاذا كان الفحم لا يحتوي على اكثر من ٥ في المائة رماداً قيل انه فحم نقي اوصاف. ولكن من اصناف هذه الطائفة ما يحتوى على مقدار يتباين من ١ فى المائة الى ٩٩ في المائة من الرماد فاذا زاد الرماد على ١٠ فى المائة قيل انه فحم غير نقي وسببه رسوب الطمي مع النباتات لما طمرت قبل تفحيمها

(٢) قد يكون الفحم نقياً ولكنه غير كامل التفحيم وكمال التفحيم او نقصه رهن بقدمه. واشهر الامثلة على ذلك «اللجنيت» و «الفحم الاسمر»

(٣) ثم قد تختلف اصناف الفحم فى مقدار ما تحتوى عليه من



حفريات نباتات سرخية من العصر الفحمي



حفريات نباتات فحمية اخرى

المواد الايدروكربونية الطيارة فاذا كان صنف يحتوى على ٥ الى ١٠ فى المائة من هذه المواد الطيارة دعي فحم انثراسيت وقد اشتهرت مناجم انكلترا بهذا بهذا الفحم . فاذا زادت عن ذلك دعى الفحم باسماء مختلفة

وسبب ذلك — ان المادة النباتية اذا انحلت بمعزل عن الهواء — اذا طمرت بالماء او الطمى مثلا — فقدت جانباً من مادتها في شكل غازات (ثانى اكسيد الكربون ،ماء ،وايتيلين) فالمقادير النسبية فى هذه الغازات التى تخرج من مكونات الفحم تعين صنف الفحم بين الاصناف المتقدمة

وقد اختلف العلماء في نظرهم الى تكوين الفحم. وانما يستخرج من كلامهم امور متفق عليها فتكاد تكون ثابتة من الوجهة العلمية

(١) ان النباتات تجمعت حيث كانت نابتة ، اى انها لم تنقل من مكان نباتها الى مكان آخر طمرت فيه . يدل على ذلك ان الصلصال الذي تحت طبقات الفحم يحتوى على جذوع النباتات وجذورها مغروسة فيه وقد تفحمت

(٢) ان النباتات تجمعت في مستنقع يدل على ذلك ان معظم النباتات الفحمية نباتات مستنقعات

اما هذه النباتات فاشهرها النباتات السرخسية (ferns) والنباتات الكوزية امثال (Cycads و Conifers) وهى الآن من نباتات المناطق الاستوائية وما يجاورها. وكانت الاشجار الدائمة الاخضرار غالبة في الحراج

وتماثل في علوها الاشجار الصنوبرية في هذا العصر

(٣) حفظ المادة النباتية كما هي ولو لم تكن مغمورة بالماء لانحلت وبادت

تكون الفحم — بعد عرض الحقائق المتقدمة تصور مستنقعا فخميًّا قديما وقد تراكمت فوق قعره الصلصالي طبقة كثيفة من الجذوع والجذور والاغصان والاوراق والنباتات ثم تصور ان هذا كله وقد طمر تحت رواسب تراكمت عليه فضغطت عليه ضغطا عظيما فاخذ ينحل رويدا رويدا بمعزل عن الهواء — فاذا تصورت ذلك فانت بمشهد من تكون الفحم في العصور الخالية

والراجح ان الطبقات الفحمية تكونت في بحيرات شاطئية عند مصاب الانهار فكانت عرضة لان تطمرها رواسب هذه الانهار. يدل على ذلك ان بين طبقات الفحم تجد آناً رواسب نهرية من رمل وطمى وآنا رواسب جيرية بحرية

حقبة الحياة المتوسطة (المسوزوية)

وتعرف بالحقبة الثنائية

حقبة الحياة المتوسطة استغرقت من الزمن الجولوجي نصف الحقبة السابقة (الباليوروية) وضعف الحقبة التالية (الكاينوزوية او حقبة الحياة الحديثة) وهي تنقسم الى ثلاثة ادوار

(١) الدور الترياسي

(٢) الدور الجوري نسبة الى جبال جورا .Jura Mts بفرنسا

(٣) الدور الطباشيري او الكريتاسي (وهذا الاخير نسبة الى الحيوانات الكريتاسية أي القشرية)

(انواع الحياة) وقد دعيت هذه الحقبة حقبة الزواحف لان الحيوانات المتغلبة فيها على الارض كانت من الزواحف ولكن كان منها مايطير ومنها مايأكل العشب ومنها مايأكل اللحم . وكانت تسكن في الماء وعلى اليابسة وفى الهواء . وكان دماغ الزواحف في هذه الحقبة صغيراً في بادىء الامر ثم نشأ منها حيوانات بيوضة متوسطة بين الزواحف والثدييات . ومن قسم آخر منها نشأت الطيور

وخير طريق لتتبع انواع الاحياء في هذه الحقبة ذكر اهم الاحياء في الادوار المختلفة

الدور الترياسي — كانت البحار فى هذا الدور تعج بالحيوانات المعروفة بالامونيت Ammonites وهي اعلى مابلغه التطور في الحيوانات غير الفقارية . ثم ظهرت الحيوات المرجانية . هذا في البحر واما على اليابسة فكانت فقاريات المياه العذبة قد اضطرت ان تلائم نفسها المعيشة على اليابسة . ثم ان الزواحف كانت آخذة في التطور واشهر امثلتها حيوانات الدينوسور على اختلاف انواعها . والواجح

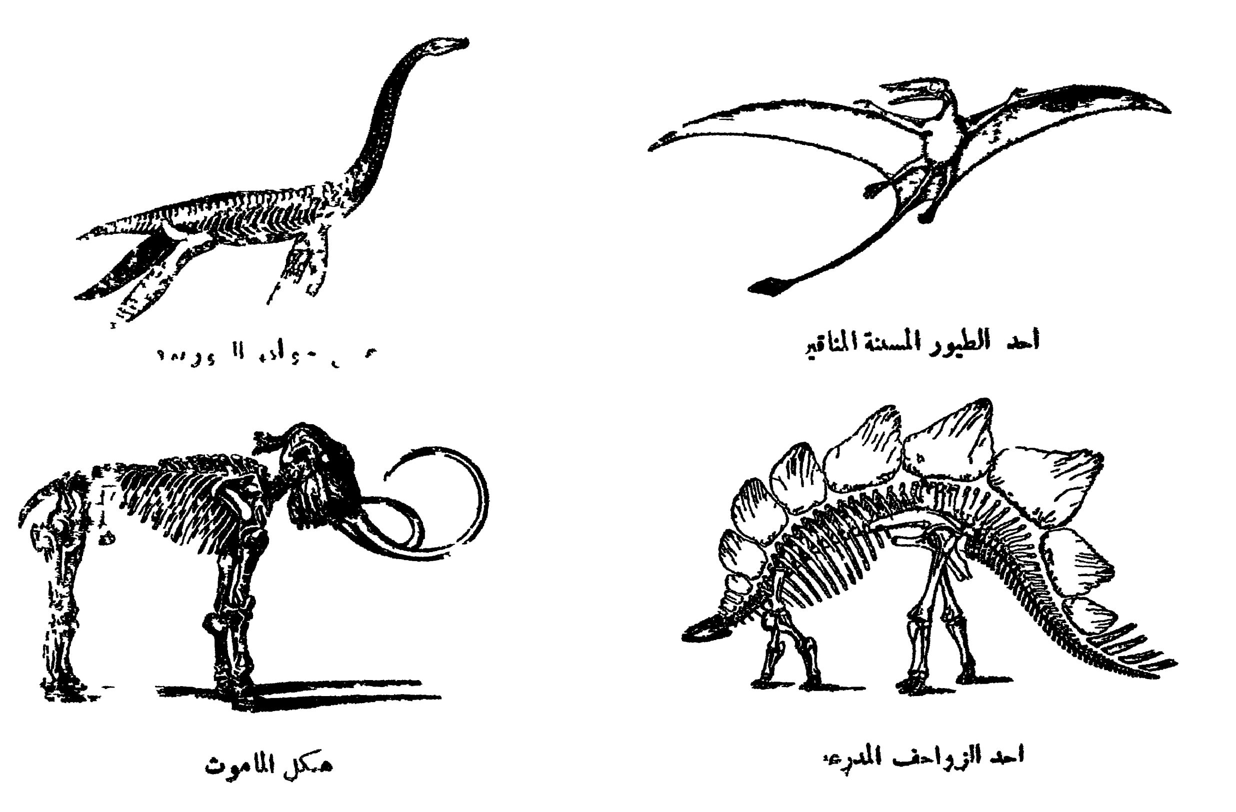
انها كانت حيوانات بيوضة ضخاماً لها ارجل شبيهة بأرجل الطيور ومخالب كمخالب العقبان يسير واحدها على رجليه الخلفيتين . ومنها صنف كسول يعيش على الخضر في البطائح والمستنقعات . واكبرها نوع يعرف بالسوربود Saurpod يسير على قوائمه الاربع ضخم الجثة له ارجل كالاعمدة ، وعنق طويلة كالافعى ، وذنب طويل مستدق ودماغ لا يزيد وزنه على رطل مع ان وزن جسمه كان يزيد على اربعين طناً وطوله يتباين من ٦٠ قدماً الى ثمانين . ومنها ما كان مدرعاً

ويلي الدينوسور بين حيوانات هذا الدور الحيوانات المعروفة بالتيرودكتيل او تنانين الهواء . وهي من الزواحف الطيارة . وقد كانت المسافة بين طرفي الجناحين في بعضها تبلغ ٢٥ قدماً . اما رؤوسها فكانت مستطيلة ولها في مناقيرها اسنان

اما حفريات العصافير فتظهر اول مرة في تاريخ الارض في طبقات الدور الجوري الحديثة . ويظهر منها انها كانت وسطاً بين الزواحف والطيور . ومنها ما كانت مناقيره ذات اسنان

الدور الجوري — حيوانات هذا الدور بعض انواع الفراش والجنادب والجراد والخنافس والارض (النمل الابيض) . والظاهر ان النمل نشأ من بعض الدور من الزنابير التي تعيش الآن في الصحاري

[illegible]



احد الطيور المسننة المناقير

[illegible]

احد الزواحف المدرعة

هيكل الماموث

اما الزواحف فتنوعت وكثرت فظهرت العظاءة lizard والسلحفاة والتنانين الطيارة . وبلغت حيوانات الدينوسور ذروة تنوعها واشهرها « السوربود » والزواحف المدرعة

اما في البحر فكانت الحيوانات المتوسطة بين الزواحف والاسماك ومن الحيوانات غير الفقارية الاسفنج والمرجان واصناف الحيوانات القشرية امثال (الجنبري) ولكن معظم الاصناف البحرية كانت من نوع الامونيت

الدور الطباشيري ـ مما يمتاز به هذا الدور بلوغ النباتات الزهرية كمال نموها جنباً الى جنب مع الدينوسور والطيور المسننة المناقير

لم تكن احياء البحر كثيرة الاختلاف عن امثالها في الدور السابق ومن الحيوانات البارزة فى هذا الدور القنفذ البحري (التوتيا او الرتسا) والمحار (الاسترديه) واشباهها ، ونقصت حيوانات الامونيت

وظلت الزواحف الحيوانات الغالبة في هذا الدور كما في الدور السابق في اشكالها المتغيرة

وفي آخر هذا الدور تلاشت او كادت حيوانات الامونيت والدينوسور والتنانين الطائرة والطيور المسننة المناقير ونقصت حيوانات المرجان نقصا كبيرا ولكن سيطرة الزواحف على الارض زالت في نهاية هذه الحقبة . فسنحت الفرصة للثدييات والطيور ان تلائم نفسها

للنبـاتات الزهرية الجديدة وان ترتفع على سلم هـذه الملاءمة الى مقام السيطرة فى حقبة الحياة الحديثة « الكاينوزوية »

(صخور هذا الدور) ويمتاز هذا الدور بطبقات الصخور الطباشيرية مما حمل العلماء على تسميته بالكريتاسي من (كريتا) اللاتينية ومعناها طباشير

وكان يظن قبلاً ان الرواسب الطباشيرية تتجمع في قيعان البحار . ولكن الطبقات الطباشيرية الخاصة بهذا الدو ربما فيها من الحفريات وما يتخلل بعضها من الرمل يشير الى تكونها فى بحار ضحضاحة على مقربة من الشاطىء . وعليه يحسب العلماء الرواسب الطباشيرية ماينجمع من مواد آلية معظمها اصله هيا كل حيوانات (الفورمانيفرا) نباتات (الطحالب البحرية) جيرية

حقبة الحياة الحديثة (الكاينوزوية)

وتعرف بالحقبة الثلاثية

(شكل الحياة الغالب) قلنا ان حقبة الحياة المتوسطة كانت عصر الزواحف . واما حقبة الحياة الحديثة فهي عصر التدييات . فرتقاء الزواحف وتنوعها وتغلبها على سائر اشكال الحياة في الحقبة الثنائية (الحياة المتوسطة ـ المسروزوية) كانت قد بلغت منتهاها فى مطلع الحقبة الجديدة فلم يكن لها شأن كبير في الحياة على الارض بعد ذلك . وقد حلت محلها

الحيوانات الثديية ، التى تغلبت على سائر اشكال الحياة على اليابسة وفي البحر كذلك . ففى نهاية الدور الاول من الحقبة الثلاثية (حقبة الحياة الحديثة) تم تحول اول حيوان ثديي للمعيشة البحرية فى حيوان شبيه بالبال (الحوت) وفى الدور الذى تلاه نشأت بقر البحر وفى الدور الذى بعد ذلك ظهرت الحيتان الصحيحة والفقم وغيرها

(ادوار الحقبة) وتقسم هذه الحقبة الى اربعة ادوار

القديمة (١) المبتديء الحداثة او الايوسين

(٢) القليل الحداثة او الاوليجوسين

(٣) المتوسط الحداثة او الميوسين

(٤) الكثير الحداثة او البليوسين

الحديثة

(حيوانات الحقبة) الحشرات ـ ترتبط حياة الحشرات بحياة النباتات على اليابسة واشكالها ـ ولما كانت النباتات الزهرية قد اخذت تكثر في هذه الحقبة فيلزم عند ذلك ارتقاء الحشرات وتنوعها. وفى هذه الحقبة نرى لاول مرة فى الزمن الجولوجي رتب الحشرات على اختلافها حتى اعلاها رتبة كالفراش والنحل والنمل . ولما كانت درجة الدفء والرطوبة على سطح الارض اعلى حينئذ مما هي عليه الآن ، كانت حياة النباتات والحشرات أخصب مما هي الآن

الاسماك ـ كانت اسماك هذه الحقبة مماثلة بوجه عام لاسماك عصرنا الحالي فكانت القرشان حينئذ من ملوك البحر كما هي الآن

الزواحف ـ كانت الزواحف قد بلغت ذروتها قبيل هذه الحقبة واخذت فى الانحطاط . والزواحف الجبارة من امثال الدينوسور واشباهه بادت . ولم يبق الا التماسيح وامثالها من السحالى والعظاء

الطيور ـ يذكر القارىء ان اول الطيور كان وسطاً بين الزواحف والطيور وآثاره ترتد الى الدور الجوري من الحقبة السابقة . ثم فى الدور الطباشيري ظهرت الطيور المسننة المناقير والطيور المائية . أما فى هذه الحقبة فانقرضت الطيور الزحافية وكذلك الطيور المائية على الغالب ، ولم يبق الا الطيور التى مثل طيور هذا العصر . وقد وجد أن معظم فصائل الطيور الحاضرة لها آثار فى الحقبة الثلاثية (الكاينوزوية) ومن الثابت ان ابيس وربما منجل والكاتب والنحام كانت طيوراً تقطن فرنسا فى ذلك العهد

الثدييات ـ كالفرس والكركدن والفيلة والجمل والغنم والقوارض واللواحم (الاسود والنمورة) والقردة هي أهم ما تتميز به الحياة في هذه الحقبة . وهى ارقى مراتب الحيوان تتميز بدم حار واثداء لارضاع صغارها اللبن . وبها سميت هذه الحيوانات . ومعظم أجسام الثدييات مغطى بشعر وبها تتميز كذلك كما تتميز الطيور بالريش . وثمة فروق

اخرى بينها وبين سائر الحيوانات في تركيب الاعضاء ووظائفها — ومن أهمها حجم الدماغ . ومعظمها متعود سكن اليابسة ولكن منها ما يعيش في الماء كالفقم وأسود البحر وبقر البحر والحيتان ، وثمة رتبة واحدة منها تجاري الطيور وهي رتبة الخفافيش

(نباتات الحقبة) النباتات المتغلبة في هذه الحقبة هي النباتات الزهرية ، وفيها تطورت وكثرت انواعها وفصائلها . فقد كانت اشجار النخيل وغيرها من الاشجار الاستوائية تغطي اوربا في الدور المبتدىء الحداثة eocene لان متوسط الحرارة كان يتراوح فيها بين ٧٥ و ٨٠ أى أن جو أوربا حينئذ كان حاراً وفي الدور المتوسط الحداثة (الميوسين) كانت الاشجار الخاصة ببلدان البحر المتوسط الآن تغطي لبلندا وجزيرة سبتسبرجن وهي من البلدان الشديدة البرد الآن . وقد كان متوسط حرارة الجو في اوربا حينئذ يزيد من ١٦ الى ٢٠ درجة عن متوسطها الآن

(تكون سلاسل الجبال) — كانت قشرة الارض في الحقبة المتوسطة الحياة (المسوزوية) مستقرة في الغالب ، لم تنتابها افعال داخلية عنيفة . ولكنها في الحقبة الحديثة الحياة لم تكن كذلك فتقلصت القشرة وتجعدت غضون ذات الى رفع سلاسل الجبال المشهورة الآن مثل جبال حملايا في آسيا وجبال الالب في اوربا . فنشأ عن ذلك توزيع اليابسة والماء على سطح الكرة الارضية على شكل الذي نراه الآن

(البترول) في حالته الطبيعية سائل لزج يختلف لونه من اخضر قاتم الى اسود وهو من الناحية الكيميائية مركب ايدروكربوني اى مركب من عنصر الايدروجين والكربون ولكنه يحتوى على مقادير ضئيلة من الاكسيجين والكبريت والنتروجين.

ولا يوجد فى الارض فى طبقات ولا كهوف ولا انهار تجرى تحت الارض . ولكن فى مواقع معينة اماكن رملية او جيرية مشبعة بالبترول كانها قطع كبيرة من الاسفنج بعد امتصاصها للماء . على ان البترول لا يبقى في هذه الارض الاسفنجية الا اذا كانت تغطيها طبقة لا يخترقها البترول

وانت اذا حفرت بئراً بترولية عميقة مررت بثلاث طبقات اولاها طبقة من الغاز ينطلق فجأة في الجو فيميت احياناً الذين يحاولون استخراج البترول. والثانية تحتوى على البترول الصحيح والثالثة على ماء اجاج رسب لشدة كثافته . وقد ينبعث البترول بقوة عظيمة بفعل الغازات المنحلة فيه فتشبه البئر البترولية من هذه الناحية فسل الفوارات. وقد جاء ان احدى هذه الآبار انبثقت فى القوقاس الى علو ٨٠ متراً

(اصل البترول) تذهب طائفة من العلماء الى ان البترول من اصل عضوى اي انه نشأ من انحلال الاحياء او من اختمارها بمعزل عن اكسجين الهواء . وقد يتم هذا الفعل بطغيان مياه البحار (لذلك توجد المياه المالحة تحت البترول) او برسوب الاحياء عند حدوث حدث جولوجي وانطمارها

على اثره. والطائفة الاخرى تذهب الى انه تولد من التفاعل الكيمائي بين الماء وكربورات المعادن فى داخل القشرة الارضية

واذا ذهب العلماء مذهباً حاولوا ان يؤيدوه بالتجارب العملية. لذلك ترى اصحاب هذين المذهبين يحاولون تأييدهما بصنع البترول فى المعامل. وقد تمكن الفريق الاول من توليده من بقايا النباتات والحيوانات كما تمكن الفريق الثاني من صنعه بالتفاعل الكيمائي بين الماء كربورات المعادن. فان ترجيح احد المذهبين متعذر الآن

حقبة الحياة البشرية (الانتروزوية اوالسيكوزوية)

وتعرف بالحقبة الرباعية

(ادوارها) لهذه الحقبة دوران

(١) البليستوسين أو الجليدى

(٢) الحديث او البشري او مابعد الجليدى

دعيت هذه الحقبة بحقبة الحياة البشرية لتغلب الانسان على سائر الكائنات فيه . اما اسمها الافرنجي فأنتروزيك من انتروس ومعناها نسان أو سيكوزويك من سيكى ومعناها نفس او عقل

الانسان فى العصور الجليدية

(العصر الحجري القديم) — يستغرق العصر الحجري القديم نهاية الدور البليوسيني (وهو احدث ادوار حقبة الحياة الحديثة) وكل الدور

البليستوسين (اقدم دورى حقبة الحياة البشرية) وقد كان رجال هذا العصر صيادين اشداء يستعملون ادوات حجرية وقد رققت حواشيها واستدقت رؤوسها

انسان جاوى — واقدم ما وجد من آثار الانسان المتحجرة وجد فى بلدة ترينل فى جزيرة جاوى سنة ١٨٩١ اما تاريخ الطبقة الصخرية الآثار التي وجدت فلم تحدد تحديداً دقيقاً ولكن يظن ان صاحب هذه الآثار كان عائشاً فى اوائل البليستوسيني. وتشتمل هذه الآثار على جمجمة وثلاث اضراس وعظمة الفخذ الايمن. وقد دعا الاستاذ ديبوى صاحبها باسم علمي معناه الانسان القردي المنتصب (بيكانتروبوس اركتس) ويرجح ان قدم عصره يتباين من ٤٠٠ الف سنة الى ١٤٠٠٠٠٠ سنة

انسان بتلدون — واقدم ما وجد من آثار الانسان فى اوربا وجد فى بتدون من مقاطعة اسكس الانكليزية سنة ١٩١٣ وهي آثار انسان دعي الانسان الفجرى (ايأنتروبوس) فقد وجد من هيكله قطع من الجمجمة والفكين ويستدل منها ان فراغ جمجمته كان يحتوي على دماغ وزنه ٤٣ اوقية يقابل ذلك فى الانسان الحديث دماغ وزنه ٤٩ اوقية ويظن انه يرتد الى اواسط الدور البليستوسيني

انسان هيدلبرج — وجدت آثاره فى بلدة بالمانيا على مقربة من هيدلبرج المشهورة بجامعتها سنة ١٩٠٧ وهي فك باسنانه. وكانت مطمورة

تحت ٨٠ قدماً من رواسب نهرية من الدور البليستوسيني او مابعده .
والاسنان قريبة جداً من اسنان الانسان ولكن عظام الفك ضخمة
واشبه بفك القردة

انسان نيندرتال ـ ووجد الباحثون في وادى نيندرتال فى سنة
١٨٥٦ بالمانيا بقايا انسانية ثم وجد مايشابهها في بلجيكا وفرنسا وجبل
طارق وبلاد الكروات واخيراً فى فلسطين وعثر على ادوات اصحابها منشورة
فى غرب اوربا الى بولونيا شرقاً وبلاد القرم واسيا الصغرى

ويظن انهم كانوا عائشين فى عهد يتباين من ٦٠ الف سنة الى ١٥٠
الف سنة . وهو عهد البيسون والفرس والرنة والماموث .وهذه السلالة
من الناس عاشت زمناً طويلا قبلما انقرضت

كان منظر الانسان النندر تالي وحشياً ومتوسط قامته نحو ٥ اقدام
وثلاث بوصات وكان ذا ساقين مقوستين قليلا عند الركب ورأس كبيرة
بالنسبة الى سائر الجثة . وكان دماغه كبيراً يزن ٤٩ اوقية

(العصر الحجرى الجديد) تحت هذا العنوان ينطوى البحث فى
حضارة من نحو ٠ ١٨٠ سنة ق.م فى اسيا الصغرى وبلاد العرب وبلاد
الفرس . فالانسان النيولتي (انسان العصر الحجرى الجديد) فى سوسا
بفارس يرتد الى ٦٠٠٠ ق.م وسكان كريت القدماء الى ١٢٠٠٠ ق.م
ويذهب البعض تقدم الانسان النيوليثي فى اواخر الدور البليستوسيني

ويستمر الى العهد التاريخي . وفي اثناء ذلك تقدم الانسان في ادواته الحجرية وصنع الاسلحة منها . ففي هذا العهد كان الحجر الصواني يلي المأكل والملبس شأناً في نظر الانسان فمناجم الصوان كانت في نظرهم حينئذ مثل مناجم الحديد في نظرنا

وبدأ اناس العصر الحجري الجديد يصنعون الخزف ويدجنون المواشي ويعيشون جماعات . ثم يلي ذلك انشاء مساكن ثابتة وتعميم اصول الزراعة وترقية صناعة الخزف باستعمال الدولاب « عجلة الخزاف » ثم اكتشفت الفلزات مثل النحاس والذهب والحديد وبدأت الهجرات الانسانية والحروب والصناعة والتجارة



فصول الكتاب

الصفحه

٥٠